COLÉGIO Politec

NR 10
Riscos Elétricos

Esta apostila de Riscos Elétricos faz parte do estudo da NR 10. Foi especialmente elaborada pelo Professor Luís Francisco Casteletti, para ser utilizada no Curso Técnico em Eletrônica, para a Escola POLITEC.

Versão 2006

SUMÁRIO

Introdução a Segurança com Eletricidade	04
Riscos em instalações e serviços com eletricidade	06
Medidas de controle do risco elétrico	13
Normas técnicas brasileiras	40
NR 10 – Segurança em instalações e serviços com eletricidade	42
Equipamentos de proteção coletiva	44
Equipamentos de proteção individual	47
Equipamentos de manobras elétricas de média tensão	50
Rotinas de trabalho	54
Documentação de instalações elétricas	58
Riscos adicionais	59
Acidentes de origem elétrica	67
Responsabilidades	72
Anexos	74
Bibliografia	99

Introdução à segurança com eletricidade

Aspectos de segurança em instalações elétricas

Eletricidade mata. Esta é uma forma bastante brusca, porém verdadeira de iniciarmos o estudo sobre segurança em eletricidade. Sempre que você está trabalhando com equipamentos elétricos, ferramentas manuais ou com instalações elétricas, você está exposto aos riscos da eletricidade. E isso ocorre no trabalho, em casa, e em qualquer outro lugar. Você está cercado por redes elétricas em todos os lugares, aliás, todos nós estamos. É claro que no trabalho os riscos são bem maiores. É no trabalho que existe uma grande concentração de máquinas, motores, painéis, quadros de distribuição, subestações transformadoras e em alguns casos, redes aéreas e subterrâneas, expostas ao tempo. Para completar, mesmo os que não trabalham diretamente com os circuitos também se expõem aos efeitos nocivos da eletricidade ao utilizar ferramentas elétricas manuais, ou ao executar tarefas simples de desligar ou ligar circuitos e equipamentos, se os dispositivos de acionamento e proteção não estiverem adequadamente projetados e mantidos.

Embora todos nós estejamos sujeitos aos riscos da eletricidade, se você trabalha diretamente com equipamentos e instalações elétricas ou próximo delas, tenha cuidado. O contato com partes energizadas da instalação pode fazer com que o corrente elétrica passe pelo seu corpo, e o resultado é o choque elétrico e as queimaduras externas e internas. As conseqüências dos acidentes com eletricidade são muito graves, provocam lesões físicas e traumas psicológicos e, muitas vezes, são fatais. Isso sem falar nos incêndios originados por falhas ou desgaste das instalações elétricas. Talvez pelo fato de a eletricidade estar tão presente em sua vida, nem sempre você dá a ela o tratamento necessário. Como resultado, os acidentes com eletricidade ainda são muito comuns mesmo entre profissionais qualificados.

No Brasil, ainda não temos muitas estatísticas específicas sobre acidentes cuja causa está relacionada com a eletricidade. Entretanto, é bom conhecer alguns números a esse respeito.

Estatísticas:

Nos EUA, por exemplo, o contato com a eletricidade é a causa de 5% dos acidentes fatais que ocorrem no trabalho. Em números absolutos, isso significa que 290 pessoas morrem por ano devido a acidentes com eletricidade no trabalho. Esses dados correspondem a informações divulgadas pelo Ministério do Trabalho dos EUA, reunindo dados dos anos 1997 a 2002.

No Brasil, se considerarmos apenas o Setor Elétrico, assim chamado aqueles que reúne as empresas que atuam em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, têm alguns números que chamam a nossa atenção. Em 2002, ocorreram 86 acidentes fatais nesse setor, incluídos aqueles com empregados das empreiteiras. A esse número, entretanto, somam-se 330 mortes que ocorreram nesse mesmo ano com membros da população que, de diferentes formas, tiveram contato com as instalações pertencentes ao Setor Elétrico. Como exemplo desses contatos fatais, há os casos que ocorreram em obras de construção civil, contatos com cabos energizados, ligações clandestinas, instalações de antenas de TV, entre tantas outras causas.

Para completar, entre 1736 acidentes do trabalho analisados pelo Sistema Federal de Inspeção do Trabalho, no ano de 2003, a exposição a corrente elétrica encontra-se entre os primeiros fatores de morbidade/mortalidade, correspondendo a 7,84% dos acidentes analisados.

Este módulo vai abranger vários tópicos relacionados à segurança com eletricidade.

Os principais riscos serão apresentados e você irá aprender a reconhecê-los e a adotar procedimentos e medidas de controle, previstos na legislação e nas normas técnicas, para evitar acidentes. Além disso, você vai estudar técnicas de primeiros socorros em um colega que sofra um acidente com eletricidade e saberá agir caso haja a necessidade de combater um princípio de incêndio originado em equipamentos ou instalações elétricas. Da sua preparação, estudo e

disciplina, vão depender a segurança e a vida de muitas outras pessoas, incluindo você. Pense nisso!

Cuidados nas instalações elétricas

- Não deixar fios, partes metálicas e objetos energizados expostos ao contato acidental. Colocar placas de advertência de forma bem visível para a manipulação em casos de emergência.
- Proteger chaves seccionadoras e quadros de comando, pois suas partes energizadas oferecem riscos de acidentes.
- Proteger os equipamentos elétricos de alta tensão por meio de guardas fixas como telas, por exemplo, ou instalá-los em locais de pouca circulação, nos quais não ofereçam perigo.
- Dimensionar corretamente as instalações elétricas, usando condutores, fusíveis e disjuntores devidamente dimensionados, de acordo com as normas aplicáveis, para que, em caso de sobrecarga, o circuito seja interrompido.
- Proteger as instalações elétricas, usando fusíveis e disjuntores devidamente dimensionados para que, em caso de sobrecarga, o circuito seja interrompido.
- Verificar se a tensão de fornecimento de energia elétrica corresponde à tensão nominal de especificada para o equipamento evitando assim danos ao circuito elétrico e a equipamentos a ele ligados.

Riscos em instalações e serviços com eletricidade

Choque Elétrico

A passagem de corrente elétrica pelo corpo humano produz um efeito o qual chamamos de choque elétrico. Se a passagem da corrente através do corpo for de ordem muito pequena, o choque não produz dano, mas se a corrente atingir um certo valor poderá causar danos irreparáveis ou mesmo a morte.

Sabemos que uma corrente de 30mA (miliamper) a um tempo de contato superior a 200ms poderá ocasionar a morte. Se o fluxo da corrente for da ordem de 5 a 10mA, produzirá um choque elétrico muito doloroso, parada respiratória e perda de controle dos músculos, não podendo a pessoa soltar o fio caso o tenha tocado com as mãos.

Com correntes de apenas 0,1 a 0,5mA, a sensação do choque é débil e o paciente suporta a corrente.

É interessante observar que falamos de corrente em mA, não levando em consideração a tensão elétrica, isto é, a voltagem do circuito elétrico.

Como o corpo humano permite a passagem de corrente elétrica, dependendo da situação em que se encontra em relação ao seu contato com a terra, não importa propriamente a tensão e sim a intensidade de corrente que passa pelo corpo.

Aplicando-se, portanto, a lei de Ohm,

I = corrente – Ampère

I = V V = tensão – Volt

R R = resistência – Ohm

A passagem da corrente será diretamente proporcional à tensão da rede e inversamente proporcional à resistência encontrada.

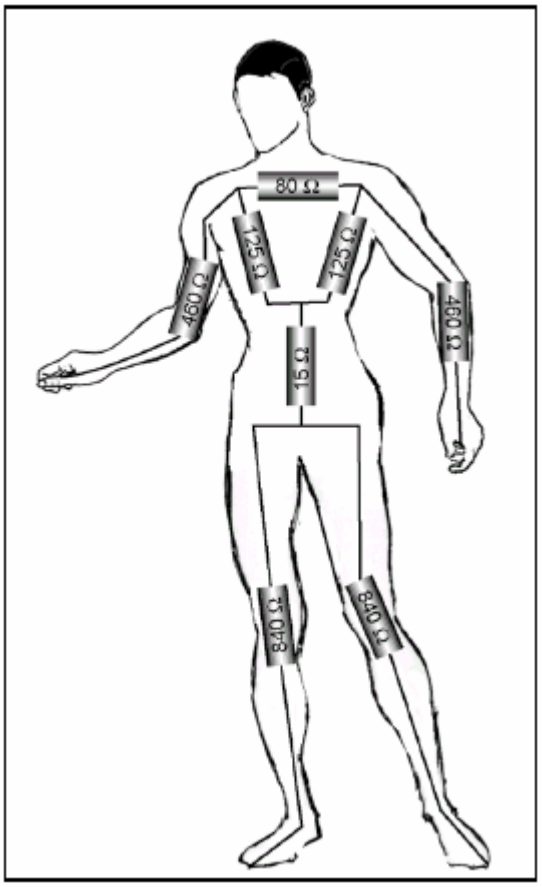
Portanto, se houver menor resistência, haverá maior passagem de corrente, o mesmo acontecendo se houver maior tensão.

Em resumo, a corrente elétrica pode lesionar ou até matar dependendo da relação entre a tensão elétrica e a resistência do corpo.

A tensão elétrica depende do circuito ao qual o corpo está em contato porém a baixa resistência, que permite a passagem de correntes com maior intensidade, aparece normalmente quando há bom contato do corpo com o referencial de terra ou outro potencial elétrico, como por exemplo: pés molhados, roupa encharcada, mãos nuas, etc.

Mecanismos e efeitos

Partindo do princípio de que toda matéria é formada por átomos, e que a corrente elétrica é o movimento dos elétrons de um átomo a outro, o corpo humano é, então, um condutor de eletricidade.



A passagem da corrente elétrica pelo corpo humano pode ser perigosa dependendo da sua intensidade, do caminho por onde ela circula e do tipo de corrente elétrica aplicada. Depende, também da resistência que será oferecida à passagem dessa corrente. Assim, uma pessoa suporta com efeitos fisiológicos geralmente não danosos, durante um curto período de tempo (menor que 200ms), uma corrente de até 30 mA.

Com as mãos úmidas, a resistência total de um corpo humano é de aproximadamente 1300 W. Aplicando a Lei de Ohm ($V = R \times I$) , vamos nos lembrar de que para uma corrente de 30 mA circular em uma resistência de 1300 W, é necessária apenas uma tensão elétrica de**:** $V = 1300 . 0{,}03 = 39$, ou seja, 39 V.

Por causa disso, podemos considerar que, tensões superiores a 39V como perigosas.

Para fins de segurança, em ambientes confinados, a recomendação, no entanto, é de tensão máxima de 24 V.

Efeitos dos choques elétricos

Em função da intensidade de corrente Através da tabela que segue, podemos observar os efeitos fisiológicos decorrentes de choques elétricos, com a variação da intensidade de valores de corrente, em uma pessoa de no mínimo 50 quilos de peso, sendo o trajeto da mesma entre as extremidades do corpo (mão a mão), com a aplicação de tensão alternada (CA) na faixa de freqüência de 15 a 100Hz.

Faixa de Corrente	Reações Fisiológicas habituais
0,1 a 0,5 mA	Leve percepção superficial; habitualmente nenhum efeito
0,5 a 10mA	Ligeira paralisia nos músculos do braço, com início de tetanização; habitualmente nenhum efeito perigoso
10 a 30mA	Nenhum efeito perigoso se houver interrupção em, no máximo, 200ms

Em função do tempo de contato e intensidade de corrente

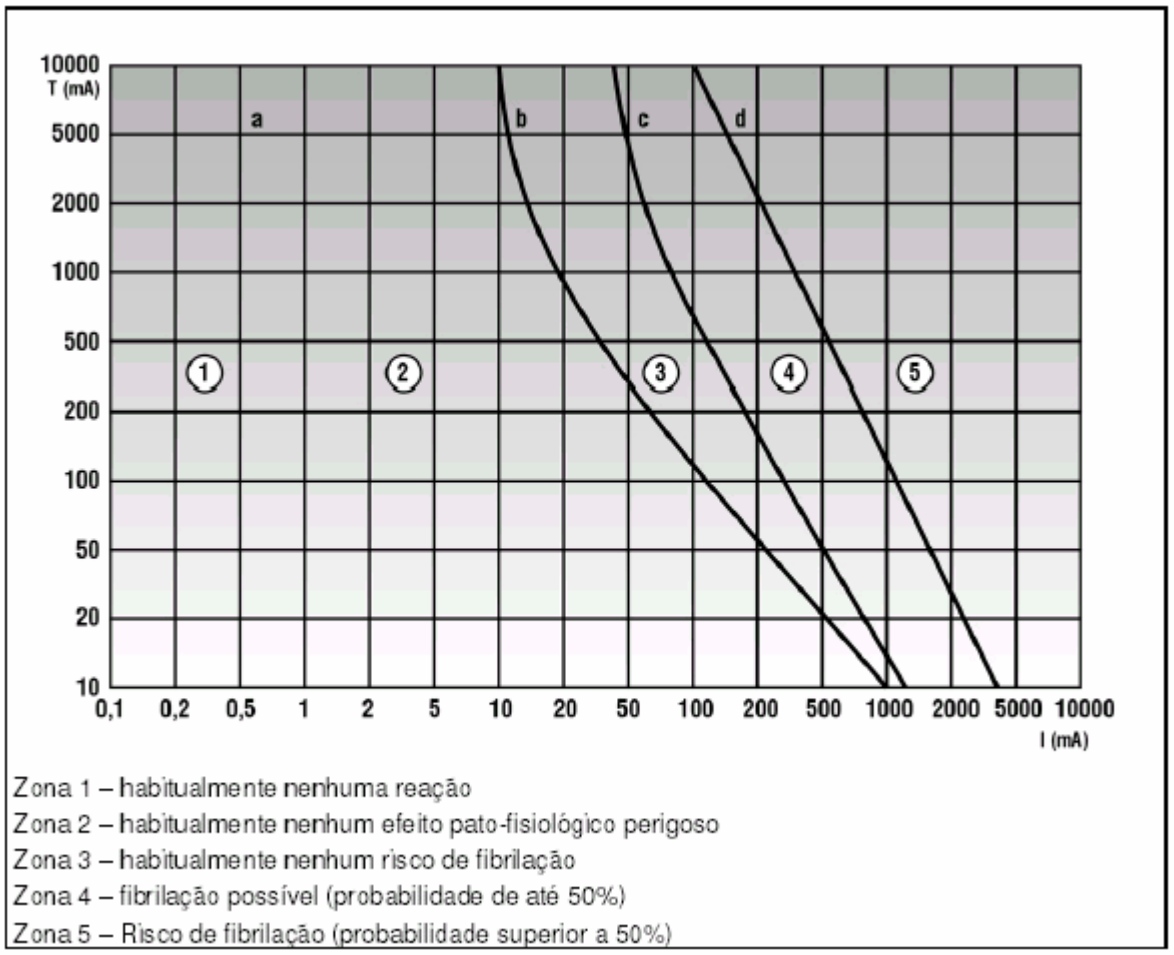
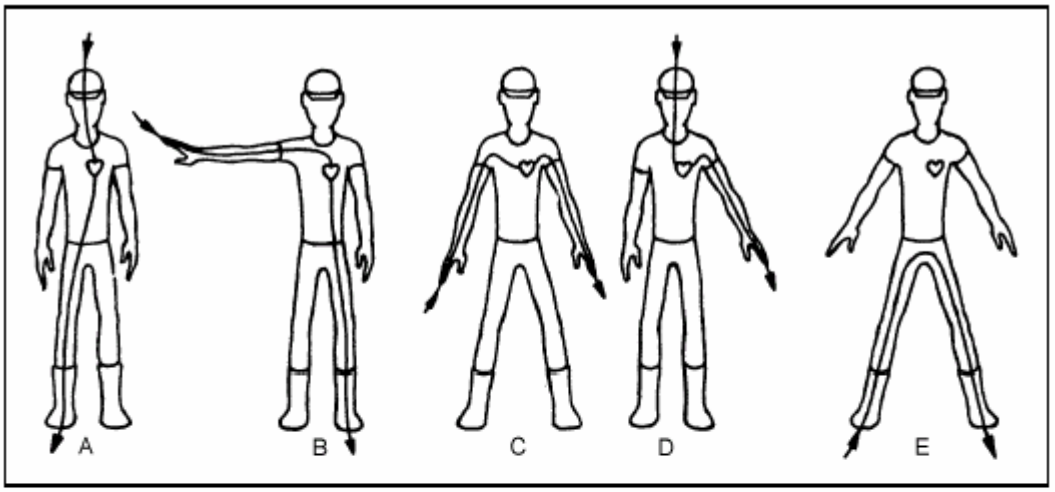


Gráfico tempo x corrente – Efeitos fisiológicos para correntes CA de 15 a 100 Hz

A relação entre tempo de contato e a intensidade de corrente é um agravante nos acidentes por choque elétrico. Como podemos observar no gráfico da publicação n.º479 da IEC qual define quatro zonas de efeitos para correntes alternadas de 15 a 100Hz, admitindo a circulação entre as extremidades do corpo em pessoas com 50Kg de peso.

Em função do trajeto.Outro fator que influencia nas conseqüências do acidente por choque elétrico, é o trajeto que a corrente faz pelo corpo do acidentado. Isso é um dado importante se considerarmos que é mais fácil prestar socorros para uma pessoa que apresente asfixia do que para uma pessoa com fibrilação ventricular, já que isso exige um processo de reanimação por massagem cardíaca que nem toda a pessoa que está prestando socorro sabe realizar.

A tabela a seguir, apresenta os prováveis locais por onde poderá se dar o contato elétrico, o trajeto da corrente elétrica e a porcentagem de corrente que passa pelo coração.



Local de entrada	Trajeto	Porcentagem da corrente
figura A	Da cabeça para o pé direito	9,7%
figura B	Da mão direita para o pé esquerdo	7,9%
figura C	Da mão direita para a mão esquerda	1,8%
figura D	Da cabeça para a mão esquerda	1,8%
figura E	Do pé direito para o pé esquerdo	0%

Fenômenos Patológicos Críticos de Choques Elétricos

Tetanização:

É a paralisia muscular provocada pela circulação de corrente através dos tecidos nervosos que controlam os músculos. Superposta aos impulsos de comando da mente, a corrente os anula podendo bloquear um membro ou o corpo inteiro. De nada valem, nesses casos, a consciência do indivíduo e a sua vontade de interromper o contato.

Parada Respiratória:

Quando estão envolvidos na tetanização os músculos peitorais, os pulmões são bloqueados e pára a função vital de respiração. Trata-se de uma situação de emergência.

Queimaduras:

Quando uma corrente elétrica passa através de uma resistência elétrica é liberada uma energia calorífica. Este fenômeno é denominado Efeito Joule.

$E_{calorífica} = R_{corpo\ humano} \cdot I^2_{choque} \cdot t_{choque}$

Onde:

$R_{corpo\ humano}$ _

Resistência elétrica (S) do corpo humano, ou se for o caso só a resistência de parte do corpo, do músculo ou órgão afetado.

I_{choque} _ Corrente elétrica do Choque (A).

t_{choque} _ Tempo do choque (s)

$E_{calorífica}$ _ Energia em Joules (J) liberada no corpo humano.

O calor liberado aumenta a temperatura da parte atingida do corpo humano, podendo produzir vários efeitos e sintomas que podem ser:

- queimaduras de 1º, 2º ou 3º graus nos músculos do corpo;

- aquecimento do sangue, com a sua conseqüente dilatação;

- aquecimento podendo provocar o derretimento dos ossos e cartilagens;

- queima das terminações nervosas e sensoriais da região atingida;

- queima das camadas adiposas ao longo da derme, tornando-se gelatinosas.

As condições acima não acontecem isoladamente, mas sim associadas, advindo, em conseqüência, outras causas e efeitos nos demais órgãos.

O choque de alta tensão queima, danifica, fazendo buracos na pele nos pontos de entrada e saída da corrente pelo corpo humano. As vítimas do choque de alta tensão morrem devido, principalmente a queimaduras. E as que sobrevivem ficam com seqüelas, geralmente com:

perda da massa muscular;

perda parcial de ossos;

diminuição e atrofia muscular;

perda da coordenação motora;

cicatrizes, etc.

Choques elétricos em baixa tensão têm pouco poder térmico. O problema maior é o tempo de duração, que se persistir pode levar a morte, geralmente por fibrilação ventricular do coração.

A queimadura também é provocada de modo indireto, isto é, devido ao mau contato ou falhas internas no aparelho elétrico, neste caso, a corrente provoca aquecimentos internos, elevando a temperatura a níveis perigosos.

Fibrilação Ventricular

Se a corrente atinge diretamente o músculo cardíaco, poderá perturbar seu funcionamento regular. Os impulsos periódicos que, em condições normais, regulam as contrações (sístole) e as expansões (diástole) são alterados: O coração vibra desordenado e, em termos técnicos, “perde o passo”.

A Situação é de emergência extrema, porque cessa o fluxo de sangue no corpo.

Observa-se que a fibrilação é um fenômeno irreversível, que se mantém mesmo quando cessa; só pode ser anulada mediante o emprego de um equipamento chamado “desfibrilador”, disponível, via de regra, apenas em hospitais e pronto- socorros.

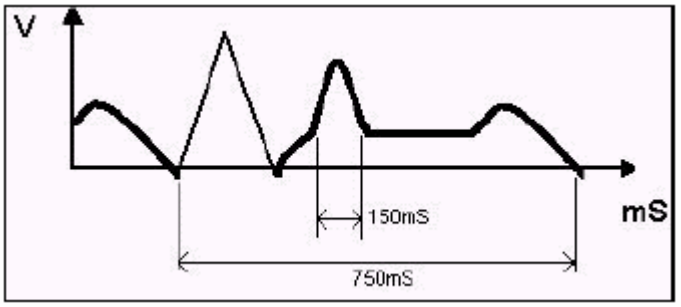


Figura de um ciclo cardíaco completo cuja duração média é de 750mS. A fase Crítica corresponde à diástole tem uma duração de aproximadamente 150mS.

Arcos elétricos

Toda vez que ocorre a passagem de corrente elétrica pelo ar ou outro meio isolante (óleo, por exemplo) está ocorrendo um arco elétrico.

O arco elétrico (ou arco voltaico) é uma ocorrência de curtíssima duração (menor que ½ segundo) e muitos são tão rápidos que o olho humano não chega a perceber.

Os arcos elétricos são extremamente quentes. Próximo ao "laser", eles são a mais intensa fonte de calor na Terra. Sua temperatura pode alcançar 20.000 °C. Pessoas que estejam no raio de alguns metros de um arco podem sofrer severas queimaduras.

Os arcos elétricos são eventos de múltipla energia. Forte explosão e energia acústica acompanham a intensa energia térmica. Em determinadas situações, uma onda de pressão também pode se formar, sendo capaz de empurrar e derrubar quem estiver próximo ao local da ocorrência.

Arco elétrico é a descarga elétrica que se estabelece, em condições apropriadas, num gás ou vapor, e na qual a densidade de corrente é elevada e a tensão elétrica relativamente baixa. Nesta descarga, a densidade de corrente diminui, entre certos limites, quando a tensão cresce, também entre certos limites.

Formação do arco elétrico

Arco elétrico pode ser definido como um alto valor de corrente que aparece entre os contatos elétricos no instante da sua separação. Isso ocorre devido ao fenômeno de ionização do meio isolante entre os contatos e também por persistir uma tensão elétrica entre os mesmos.

É comum a formação de arco elétrico durante a execução de manobras sobre carga de chaves seccionadoras do tipo sem carga (chaves secas) ou em menor escala nos interruptores de circuitos de iluminação.

Conseqüências de Arcos Elétricos (Queimaduras e Quedas).

Se houver centelha ou arco, a temperatura deste é tão alta que destrói os tecidos do corpo. Todo o cuidado é pouco para evitar a abertura de arco através do operador.

Também podem desprender-se partículas incandescentes que queimaduras ao atingirem os olhos.

Ao trabalharmos em alturas superiores a 2 metros é necessária a utilização de EPI's (equipamento de proteção individual). Quando não respeitado estas condições podemos nos deparar com conseqüências graves.

Podemos tomar como exemplo um trabalhador que ao executar um serviço em uma instalação elétrica a uma altura superior àquela estabelecida por norma como segura para trabalho sem equipamentos de segurança, trabalhando sem capacete e sem cinto de segurança.

Se este trabalhador receber um arco ou um choque elétrico, devido a um toque acidental na instalação elétrica, cairá da instalação em queda livre ao solo.

Este acidente certamente provocará lesões, leves ou graves, ou até mesmo a morte do trabalhador.

Se o mesmo estivesse utilizando os equipamentos exigidos pela norma, certamente o acidente teria proporções menores.

As quedas através de choque ou arco elétrico em superfícies com altura superior a 2 metros pode ser evitada com a utilização de equipamentos de proteção individual e coletiva.

Campo eletromagnético

O ambiente eletromagnético em sistemas de energia consiste basicamente de dois componentes, um campo elétrico e um magnético. Em geral, para campos variantes no tempo, esses dois campos são acoplados. Entretanto, para a freqüência de operação de linhas de transmissão e distribuição e equipamentos eletrodomésticos (60 Hz) os campos elétricos e magnéticos podem ser considerados independentes e desacoplados.

Um campo elétrico é uma grandeza vetorial (função da posição e do tempo) que é descrita por sua intensidade. Normalmente campos elétricos são medidos em volts por metro (V/m).

As experiências demonstram que uma partícula carregada com carga q , abandonada nas proximidades de um corpo carregado com carga Q , pode ser atraída ou repelida pelo mesmo sob a ação de uma força F, a qual denominamos força elétrica. A região do espaço ao redor da carga Q, em que isso acontece, denomina-se campo elétrico.

O fato de um pedaço de ferro ser atraído por um ímã é conhecido por todos nós. A agulha da bússola é um ímã. Colocando-se uma bússola nas proximidades de um corpo imantado ou nas proximidades da Terra, a agulha da bússola sofre desvio.

Denomina-se campo magnético toda região do espaço na qual uma agulha imantada fica sob ação de uma força magnética.

Medidas de controle do risco elétrico

Proteção Contra Contatos Diretos

São as medidas de controle de risco elétrico visando o impedimento de contatos acidentais com as partes energizadas de circuitos elétricos.

Podemos caracterizar como proteção contra contatos diretos:

Desenergização

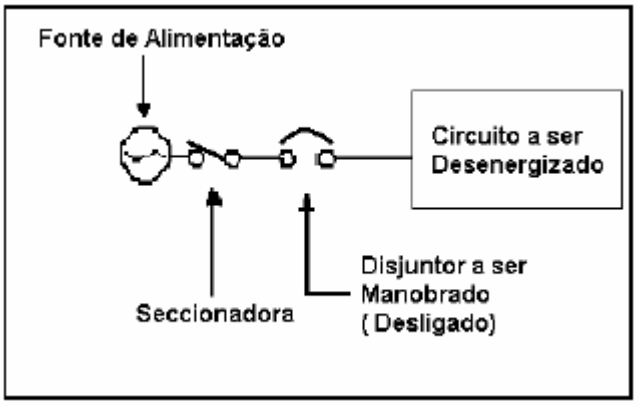
É o conjunto de procedimentos visando a segurança pessoal dos envolvidos diretamente ou indiretamente em sistemas elétricos.

Deve ser realizada por no mínimo duas pessoas.

Procedimento para desenergização

1. Desligamento

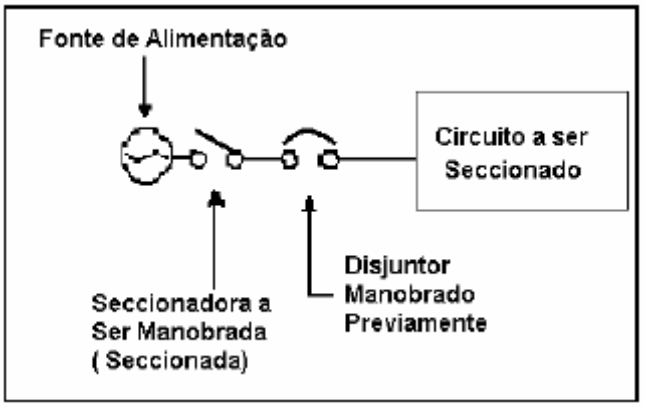
É a ação da interrupção da alimentação elétrica, ou seja, da tensão elétrica num equipamento ou circuito elétrico. A interrupção é executada com a manobra local ou remota do respectivo dispositivo de manobra sobre carga, geralmente a do disjuntor alimentador do equipamento ou circuito a ser isolado.



2. Seccionamento:

É a ação de desligar completamente um equipamento ou circuito de outros equipamentos ou circuitos, promovendo afastamentos adequados que impeçam tensão elétrica no mesmo.

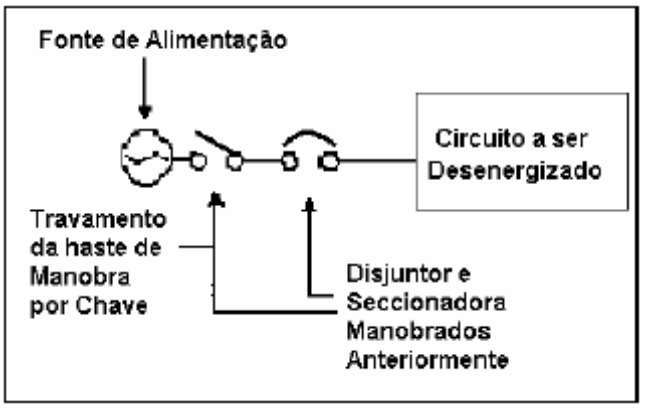
O seccionamento só acontece efetivamente quando temos a constatação visual da separação dos contatos (abertura de seccionadora, extração de disjuntor, retirada de fusíveis).


Fonte de Alimentação
Circuito a ser Seccionado
Disjuntor Manobrado Previamente
Seccionadora a Ser Manobrada (Seccionada)

A abertura de seccionadora somente poderá ser efetuada após o desligamento do circuito ou equipamento a ser seccionado, evitando-se assim a formação de arco elétrico por manobra da mesma.

3. Impedimento de reenergização

É o processo pelo qual se impede o religamento acidental de um circuito desenergizado.


Fonte de Alimentação
Circuito a ser Desenergizado
Travamento da haste de Manobra por Chave
Disjuntor e Seccionadora Manobrados Anteriormente

Para impedimento podemos utilizar bloqueio mecânico, por exemplo:

· Em seccionadora de alta tensão a utilização de cadeados impedindo a manobra de religamento pelo travamento da haste de manobra;

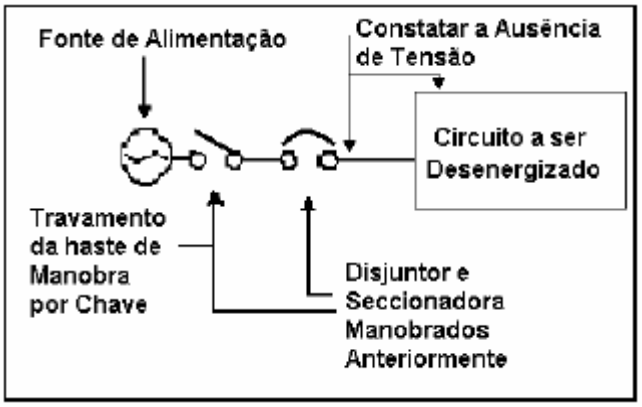
· Retirada dos fusíveis de alimentação do local;

· Travamento da manopla dos disjuntores por cadeado ou lacre;

· Extração do disjuntor quando possível.

4. Constatação de ausência da tensão

É a ação de verificar a existência de tensão em todas as fases do circuito, usualmente por sinalização luminosa ou voltímetro instalado no próprio painel.


Fonte de Alimentação
Constatar a Ausência de Tensão
Circuito a ser Desenergizado
Travamento da haste de Manobra por Chave
Disjuntor e Seccionadora Manobrados Anteriormente

Na inexistência ou na inoperabilidade de tais equipamentos devemos constatar a ausência da tensão com equipamento apropriado ao nível de tensão e segurança do usuário como por exemplo voltímetro portátil, detectores de tensão de proximidade ou de contato.

5. Aterramento temporário

A instalação de aterramento temporário tem como finalidade a equipotencialização dos circuitos desenergizados (condutores ou equipamentos) ou seja, ligá-los eletricamente ao mesmo potencial.

Neste caso ao potencial de terra interligando-se os condutores ou equipamentos à malha de aterramento através de dispositivos apropriados ao nível de tensão nominal do circuito.

Não se deve utilizar o condutor neutro em substituição a ponto de terra com a finalidade de execução de aterramento temporário.

Para a execução do aterramento devemos seguir as seguintes etapas:

· Afastar as pessoas não envolvidas na execução do aterramento e na verificação da desenergização;

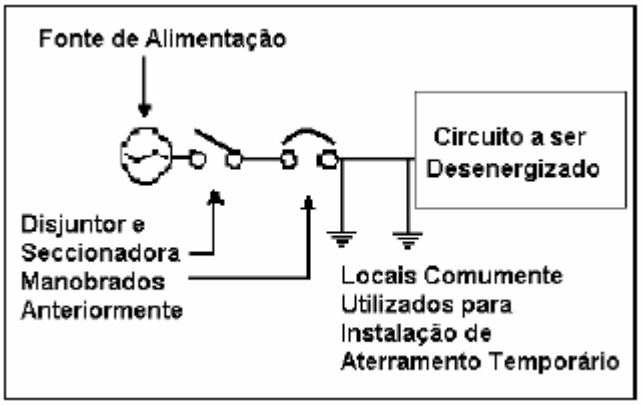
· Confirmação da desenergização do circuito a ser aterrado temporariamente;

· Inspecionar todos os dispositivos utilizados no aterramento temporário antes de sua utilização;

· Com os equipamentos de segurança individual e coletivos apropriados (bastão, luvas e óculos de segurança), ligar o grampo de terra do conjunto de aterramento temporário com firmeza à

malha de terra e em seguida a outra extremidade ao condutor ou equipamento que será ligado à terra.

Em circuitos trifásicos, após a ligação com a malha de terra, conectar primeiro a fase mais afastada do operador e as outras duas em seqüência.


Fonte de Alimentação
Circuito a ser Desenergizado
Disjuntor e Seccionadora Manobrados Anteriormente
Locais Comumente Utilizados para Instalação de Aterramento Temporário

Para a desconexão do aterramento temporário:

· Com os equipamentos de segurança individual e coletivos apropriados (bastão, luvas e óculos de segurança), desconecta-se em primeiro lugar a(s) extremidade(s) ligada(s) ao(s) condutor(es) ou equipamento e em seguida, a extremidade ligada à malha de terra.

Observação.

Se um equipamento estiver aterrado e for necessária a remoção do aterramento por um breve período, por exemplo para execução de testes de isolação, o mesmo deverá ser reconectado imediatamente após o término da execução da tarefa que originou a desconexão.

Nos serviços que exijam equipamentos não aterrados os mesmos devem ser descarregados eletricamente em relação à terra, seguindo para isso os procedimentos de aterramento estabelecidos para cada equipamento.

6. Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada

Zona controlada é definida como o entorno da parte condutora energizada não segregada, acessível inclusive acidentalmente, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados.

Zona de risco é definida como o entorno da parte condutora energizada não segregada, acessível inclusive acidentalmente, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados e com a adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho.

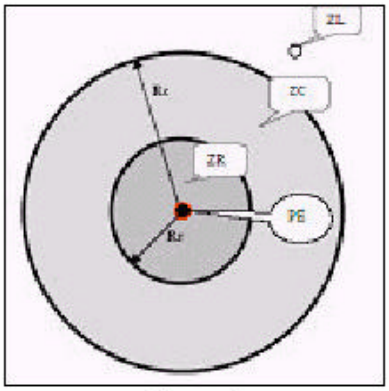


Figura A

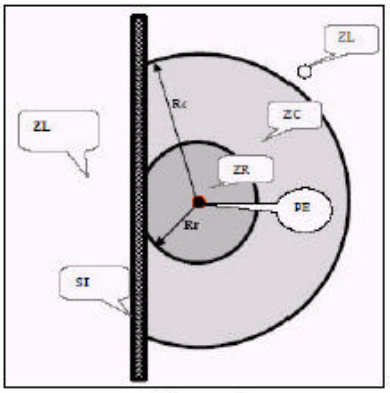


Figura B

Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controla e livre, com e sem interposição de superfície de separação física adequada, conforme figuras A e B respectivamente.

Legenda

Rr = Raio circunscrito radialmente de delimitação da zona de risco.

Rc = Raio circunscrito radialmente de delimitação da zona controlada.

ZL = Zona livre

ZR = Zona de risco, restrita a profissionais autorizados e com a adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho.

ZC = Zona controlada, restrita a profissionais autorizados.

PE = ponto da instalação energizado.

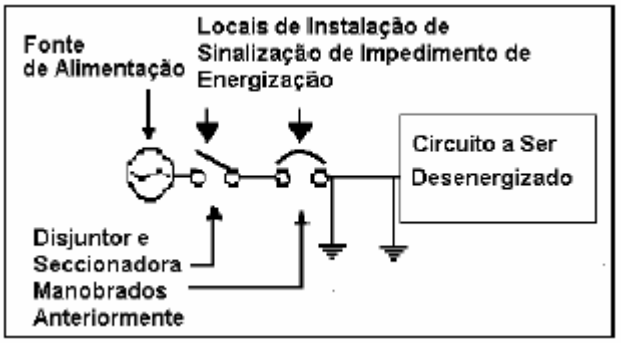
SI = Superfície construída com material resistente e dotada de todos os dispositivos de segurança

Tabela de raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre.

Faixa de tensão nominal da instalação elétrica (kV)	Rr – Raio de delimitação entre zona de risco e controlada (m)	Rc – Raio de delimitação entre zona controlada e livre (m)
< 1	0,20	0,70
≥ 1 e < 3	0,22	1,22
≥ 3 e < 6	0,25	1,25
≥ 6 e < 10	0,35	1,35
≥ 10 e < 15	0,38	1,38
≥ 15 e < 20	0,40	1,40
≥ 20 e < 30	0,56	1,56
≥ 30 e < 36	0,58	1,58
≥ 36 e < 45	0,63	1,63
≥ 45 e < 60	0,83	1,83
≥ 60 e < 70	0,90	1,90
≥ 70 e < 110	1,00	2,00
≥ 110 e < 132	1,10	3,10
≥ 132 e < 150	1,20	3,20
≥ 150 e < 220	1,60	3,60
≥ 220 e < 275	1,80	3,80
≥ 275 e < 380	2,50	4,50
≥ 380 e < 480	3,20	5,20
≥ 480 e <700	5,20	7,20

7. Instalação da sinalização de impedimento de reenergização

Este tipo de sinalização é utilizada para diferenciar os equipamentos energizados dos não energizados , afixando-se no dispositivo de comando do equipamento principal e sinalizando que o mesmo está impedido de ser manobrado .



Somente depois de efetuadas todas as etapas descritas acima, o equipamento ou circuito deverá ser considerado desenergizado, podendo assim ser liberado pelo profissional responsável para intervenção.

Porém , a execução das etapas poderá ser modificada com a alteração da ordem ou mesmo com o acréscimo ou supressão de etapas, dependendo das particularidades do circuito ou equipamento a ser desenergizado desde que seja aprovado por profissional responsável.

Os procedimentos descritos acima deverão ser executados em todos os pontos onde é possível energizar, acidentalmente ou não, o equipamento/circuito que a ser desenergizado.

Proteção por barreiras e invólucros

Barreiras: são destinadas a impedir todo contato com as partes energizadas das instalações elétricas nas direções habituais de acesso.

Invólucros: envoltório de partes energizadas destinado a impedir qualquer contato com partes internas e que assegura proteção contra determinadas influências externas e proteção contra contatos diretos em qualquer direção.

As barreiras e invólucros devem ser fixados de forma segura e também possuir robustez e durabilidade suficiente para manter os graus de proteção e ainda apresentarem apropriada separação das partes vivas.

As barreiras e invólucros podem:

· Impedir que pessoas ou animais toquem acidentalmente as partes vivas de uma instalação/equipamento; e

· Garantir, que as pessoas sejam alertadas de que as partes acessíveis através da abertura são vivas e não devem ser tocadas intencionalmente.

A retirada de barreiras, aberturas de invólucros ou retirada de partes de invólucros só devem ser possíveis:

· Com uso de chaves ou ferramentas apropriadas;

· Após a desenergização das partes vivas protegidas, não podendo ser restabelecida a tensão enquanto as condições não forem restabelecidas;

· Que exista uma segunda barreira (ou isolação) interposta que possa ser retirada sem auxílio de chave ou ferramenta e que impeça qualquer contato com as partes vivas.

Proteção por isolação

A isolação é destinada a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica.

As partes vivas devem ser completamente recobertas por uma isolação que só possa ser removida através de sua destruição.

Para os componentes montados em fábrica deve atender às prescrições relativas a esses componentes.

Para os demais componentes, a proteção deve ser garantida por uma isolação capaz de suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que possa ser submetida.

Em geral, as tintas, vernizes, lacas e produtos análogos não são considerados como isolação suficiente no quadro da proteção contra contatos diretos.

Proteção por meio de obstáculos

Os obstáculos são destinados a impedir os contatos acidentais com partes energizadas, mas não os contatos voluntários por uma tentativa deliberada de contorno do obstáculo

Os obstáculos devem impedir:

· Uma aproximação física não intencional das partes energizadas, por exemplo, por meio de corrimões ou de telas de arame;

· Contatos não intencionais com partes vivas por ocasião de operação de equipamentos sob tensão, por exemplo, por meio de telas ou painéis sobre os seccionadores.

Os obstáculos podem ser desmontáveis sem a ajuda de uma ferramenta ou de uma chave, entretanto, devem ser fixados de forma a impedir qualquer remoção involuntária.

Proteção parcial por colocação fora de alcance.

A proteção parcial por colocação fora de alcance é somente destinada a impedir os contatos involuntários com as partes vivas.

Quando há o espaçamento, este deve ser suficiente para que se evite que pessoas circulando nas proximidades das partes vivas em média tensão possam entrar em contato com essas partes, seja diretamente ou por intermédio de objetos que elas manipulem ou que transportem.

Os espaçamentos mínimos previstos para instalações internas são definidas nas figuras I e II com os valores da tabela A e para instalações externas figura III com os valores da tabela B

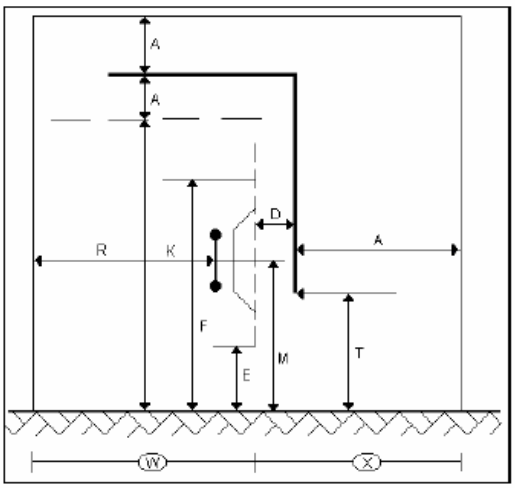


Figura I - Espaçamento para instalações internas circulação por um lado

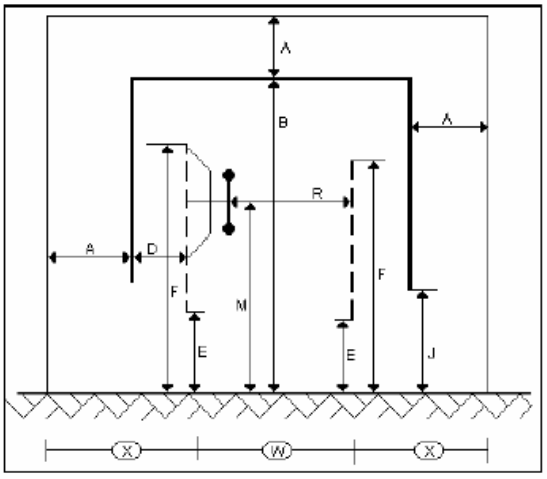


Figura II – Espaçamento para instalações internas circulação por mais de um lado

Tabela A – Espaçamento para instalações internas

Dimensões mínimas (mm)		
D	300 mm até 24,2kV 400 mm para 36,2kV	Distância entre a parte viva e um anteparo vertical
A		Valores de distâncias mínimas da tabela C
R	1200 mm	Locais de manobra
H	2700 mm	Altura mínima de uma parte viva c/ circulação
K	2000 mm	Altura mínima de um anteparo horizontal
F	1700 mm	Altura mínima de um anteparo vertical
J	E+300 mm	Altura mínima de uma parte viva sem circulação
Dimensões máximas (mm)		
E	300 mm	Distância máxima da parte inferior de um anteparo vertical e o piso
Malha	20 mm	Abertura da malha

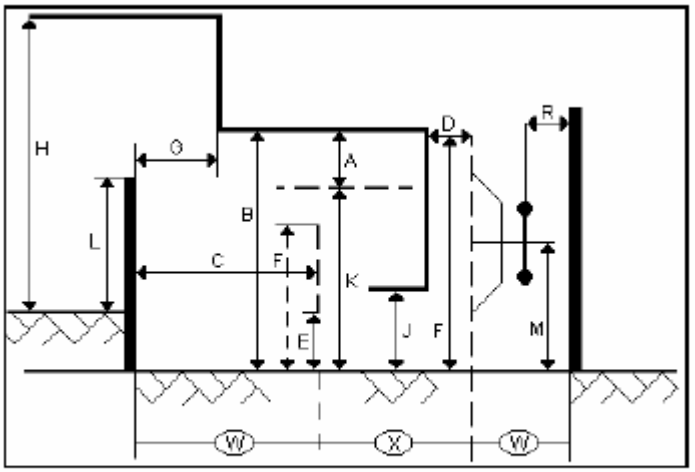


Figura III – Espaçamento para instalações externas ao nível do piso

Legenda:

Partes vivas

Anteparos

W – Área da circulação permitida a pessoas advertidas

X – Área de circulação proibida

Dispositivos de manobra

Tabela B – Espaçamento para instalações externas

Dimensões mínimas (mm)		
	-	Valores de distâncias mínimas da tabela C
G	1500	Distância mínima entre a parte viva e a proteção externa
B	4000	Altura mínima de uma parte viva na área de circulação
R	1500	Locais de manobra
D	500	Distância mínima entre a parte viva e um anteparo vertical
F	2000	Altura mínima de um anteparo vertical
H	6000	Em ruas, avenidas e entradas de prédios e demais locais com transito de veículos
	5000	Em locais com transito de pedestres somente
	9000	Em ferrovias
	7000	Em rodovias
J	800	Altura mínima de uma parte viva na área de circulação proibida
K	2200	Altura mínima de um anteparo horizontal
L	2000	Altura mínima da proteção externa
C	2000	Circulação
Dimensões máximas (mm)		
E	800	Distância máxima de parte inferior de um anteparo vertical e o piso
M	1200	Altura dos punhos de acionamento manual
Malha	20	Abertura das malhas dos anteparos

Tabela C – Distâncias mínimas x tensão nominal da instalação

Tensão nominal da instalação (kV)	Tensão máxima para o equipamento (valor eficaz) (kV)	Tensão de ensaio à freqüência industrial (valor eficaz) (kV)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (valor de pico) (kV)	Distância mínima fase/terra e fase/fase (mm)	
				Interno	Externo
3	3,6	10	20 40	60 60	120 120
5					
6	7,2	20	40 60	60 90	120 120
13,8	15	34	95 110 125	160 180 220	160 180 220
23,1	24,5	50	95 125	160 220	
34,5	36,2	70	145 170	270 320	

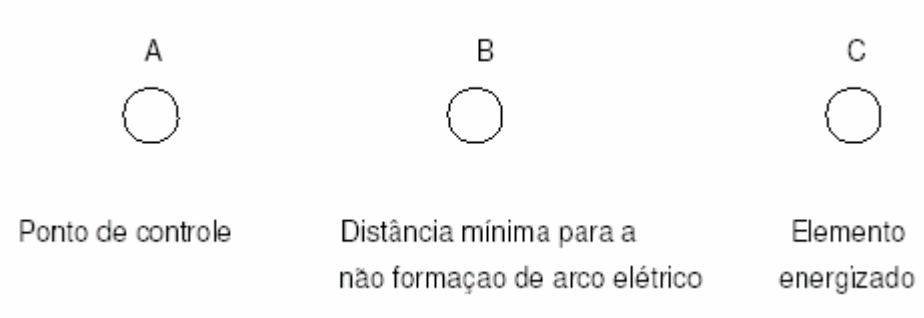
Distâncias de segurança ou distâncias livres para trabalho

Podemos considerar para trabalhos próximos a linhas energizadas a distância mínima de segurança aceitável para trabalhos próximos a mesma, sendo a mesma determinada pelo valor de tensão da linha energizada, considerando-se assim:

Distância de segurança D = (d1 + d2), sendo:

d1 = distância mínima para a não abertura de arco elétrico entre fase e terra.

d2 = distância mínima para a movimentação do eletricista sem entrar na distância “d1” considera-se 0,60m para um indivíduo com altura média de 1,80m.



BC = d1

AB = d2 = 0,6m

AC = AB + BC = D = DISTÂNCIA DE SEGURANÇA

NÍVEIS DE TENSÃO (FASE – FASE) (kv)	d1 (m)	d2 (m)	DISTÂNCIA DE SEGURANÇA D (m)
2,1 a 15,0	0,65	0,60	1,25
15,1 a 35,0	0,75	0,60	1,35
35,1 a 46,0	0,80	0,60	1,40
46,1 a 72,5	0,95	0,60	1,55
72,6 a 121,0	1,05	0,60	1,65
138,0 a 145,0	1,10	0,60	1,70
161,0 a 169,0	1,15	0,60	1,75
230,0 a 242,0	1,55	0,60	2,15
345,0 a 362,0	2,15	0,60	2,75
500,0 a 552,0	3,40	0,60	4,00
700,0 a 765,0	4,60	0,60	5,20

Proteção Contra Contatos Indiretos

São as medidas de controle de risco elétrico que visam a minimizar das conseqüências de falhas de isolação ou energização de carcaças metálicas.

Podemos caracterizar como proteção contra contatos indiretos:

Aterramento

Os Sistemas de Aterramento devem satisfazer às prescrições de segurança das pessoas e do funcionamento das instalações elétricas.

O valor da resistência de aterramento deve satisfazer às condições de proteção e de funcionamento da instalação elétrica.

Ligações a terra

Qualquer que seja sua finalidade (proteção ou funcional) o aterramento deve ser único em cada local da instalação.

Para casos específicos, de acordo com as prescrições da instalação, podem ser usados separadamente desde que sejam tomadas as devidas precauções.

Aterramento funcional (FE) :

Aterramento de um ponto (do sistema , da instalação ou do equipamento) destinado a outros fins que não a proteção contra choques elétricos . Em particular , no contexto da seção , o termo "funcional" está associado ao uso do aterramento e da equipotencialização para fins de transmissão de sinais e de compatibilidade eletromagnética .

Aterramento do condutor neutro

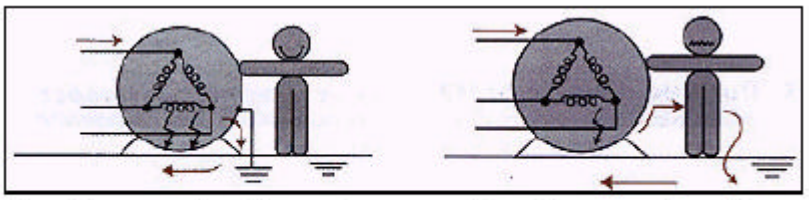
Quando a instalação for alimentada por concessionária de energia elétrica , o condutor neutro deve ser sempre aterrado na origem da instalação.

Do ponto de vista da instalação, o aterramento do neutro na origem proporciona uma melhoria na equalização de potenciais que é essencial à segurança.

Aterramento de proteção (PE) :

A proteção contra contatos indiretos proporcionada em parte pelo equipamento e em parte pela instalação é aquela tipicamente associada aos equipamentos classe I.

Um equipamento classe I tem algo além da isolação básica : sua massa é provida de meios de aterramento, isto é, o equipamento vem com condutor de proteção (condutor PE, ou " fio terra") , incorporado ou não ao cordão de ligação ou então sua caixa de terminais inclui um terminal PE para aterramento. A instalação deve permitir ligar esse equipamento adequadamente, conectando-se o fio terra do equipamento ao PE da instalação, na tomada ou caixa de derivação – o que pressupõe uma instalação dotada de condutor PE, conforme norma NBR 5410:2004, garantindo que, em caso de falha na isolação desse equipamento, um dispositivo de proteção atue automaticamente, promovendo o desligamento do circuito .



Com Aterramento a Corrente Praticante não circula pelo corpo

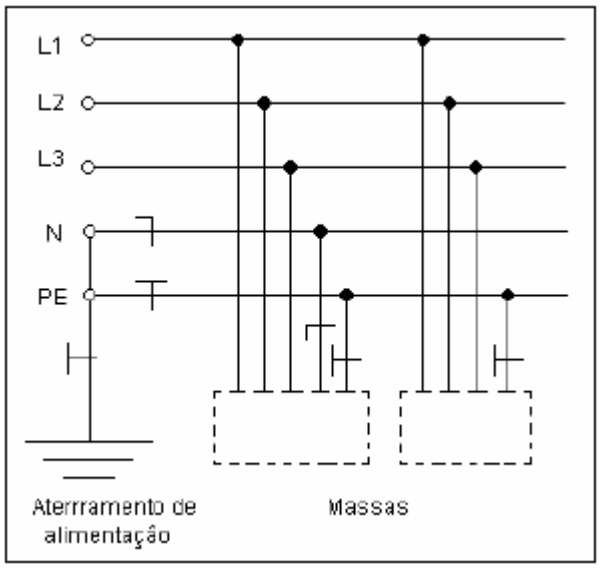
Sem Aterramento o único caminho é o corpo

Aterramento combinado de proteção e funcional (PEN)

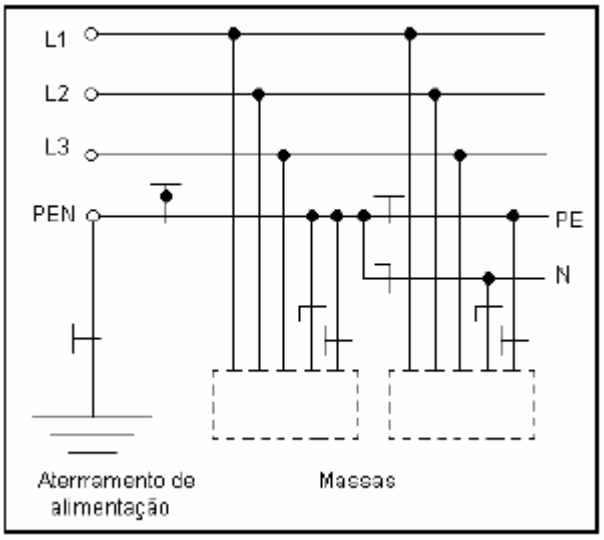
Quando for exigido um aterramento por razões combinadas de proteção e funcionais, as prescrições relativas às medidas de proteção devem prevalecer .

Esquemas de Ligação de Aterramento em Baixa Tensão

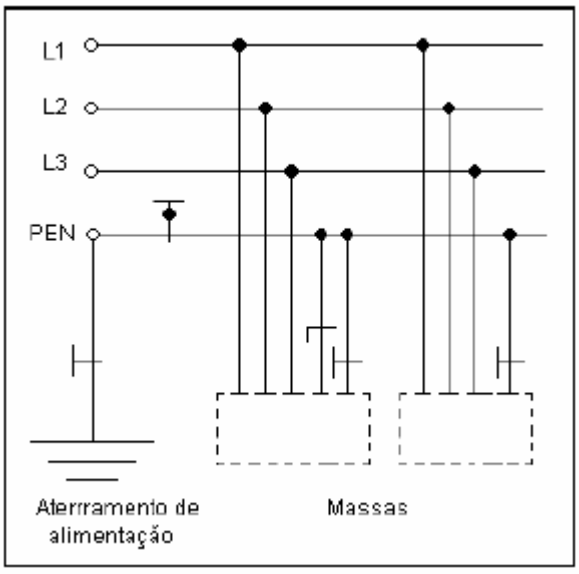
Esquema TN-S (O condutor neutro e o condutor de proteção são separados ao longo de toda a instalação)



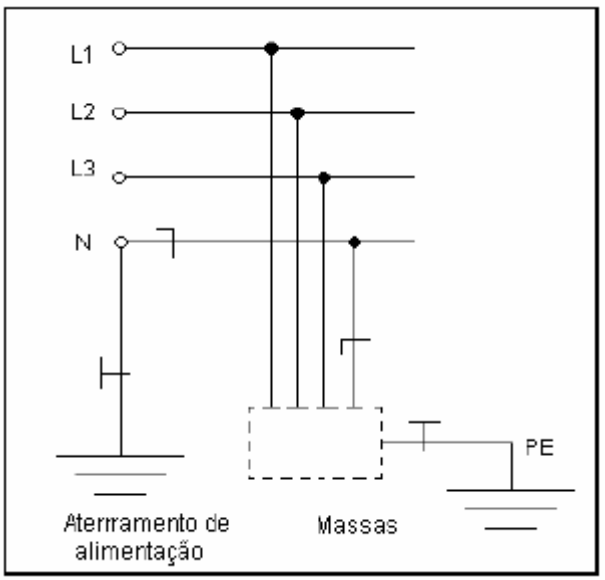
Esquema TN-C-S (As funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas em um único condutor em uma parte da instalação)



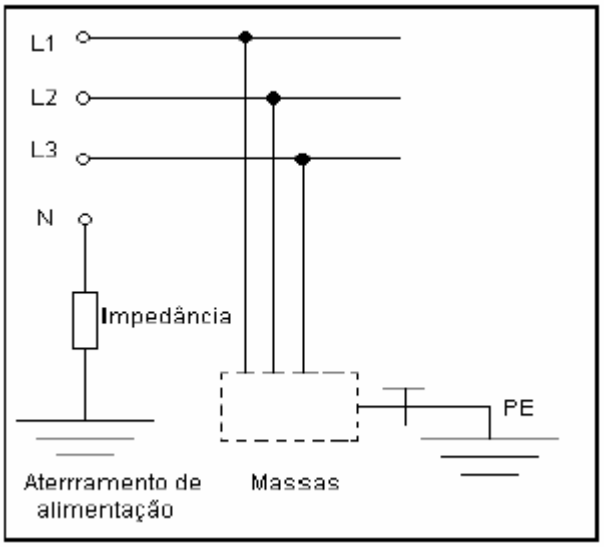
Esquema TN-C (As funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas em um único condutor ao longo de toda a instalação)



Esquema TT (Possui um ponto de alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodutos de aterramento eletricamente distintos do eletroduto de aterramento da alimentação)



Esquema IT (Não possui qualquer ponto da alimentação diretamente aterrado, estando aterradas as massas da instalação)



Esquemas de Ligação de Aterramento em Média Tensão

Segundo a norma de média tensão, são considerados os esquemas de aterramento para sistemas trifásicos comumente utilizados , descritos a seguir, sendo os mesmos classificados conforme a seguinte simbologia :

primeira letra – situação da alimentação em relação à terra :

- T = um ponto de alimentação (geralmente o neutro) diretamente aterrado;
- I = isolação de todas as partes vivas em relação á terra ou aterramento de um ponto através de uma impedância .

segunda letra – situação das massas da instalação elétrica em relação à terra :

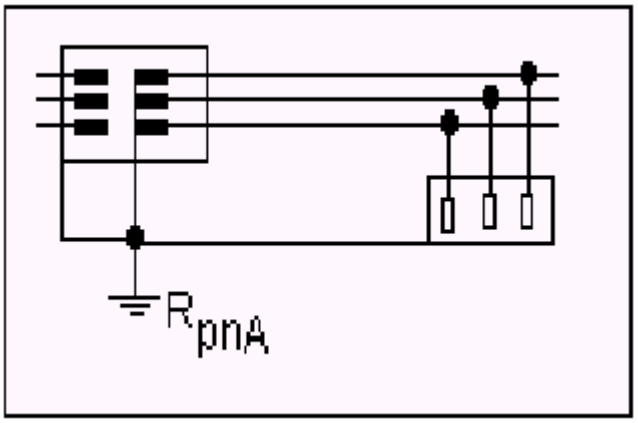
- T = massas diretamente aterradas , independentemente do aterramento eventual de ponto de alimentação ;
- N = massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o neutro);

terceira letra - situação de ligação eventuais com as massas do posto de alimentação:

- R = as massas do ponto de alimentação estão ligadas simultaneamente ao aterramento do neutro da instalação e às massas da instalação
- N = as massas do posto de alimentação estão ligadas diretamente ao aterramento do neutro da instalação, mas não estão ligadas às massas da instalação
- S = as massas do posto de alimentação estão ligadas a um aterramento eletricamente separados daquele do neutro e daquele das massas da instalação.
-

Esquema TNR

O esquema TNR possui um ponto da alimentação diretamente aterrado sendo as massas da instalação e do posto de alimentação ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. Nesse esquema, toda corrente de falta direta fase - massa é uma corrente de curto-circuito.



Esquema TTN e TTS

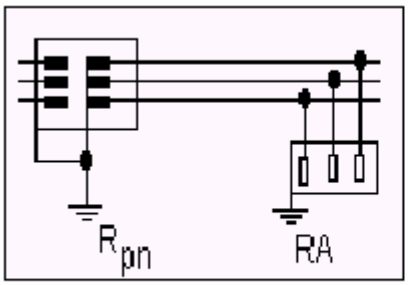
Os esquemas TTx possuem um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento do posto de alimentação.

Nesse esquema, as correntes de falta direta fase – massa devem ser inferiores a uma corrente de curto – circuito, sendo, porém suficientes para provocar o surgimento de tensões de contato perigosas .

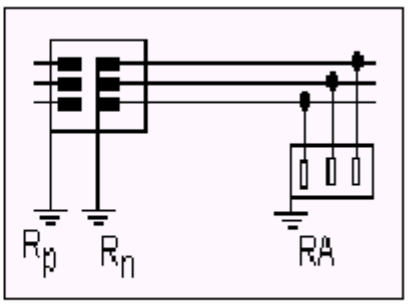
São considerados dois tipos de esquemas ,TTN e TTS, de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção das massas do posto de alimentação a saber:

a) esquema TTN, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção das massas do posto de alimentação são ligados a um único eletrodo de aterramento;

b) esquema TTS, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção das massas do posto de alimentação são ligados a eletrodos de aterramento distintos;



Esquema TTN



Esquema TTS

Esquemas ITN, ITS e ITR

Os esquemas ITx não possuem qualquer ponto da alimentação diretamente aterrado ou possuem um ponto da alimentação aterrado através de uma impedância, estando as massas da instalação ligadas a seus próprios eletrodos de aterramento.

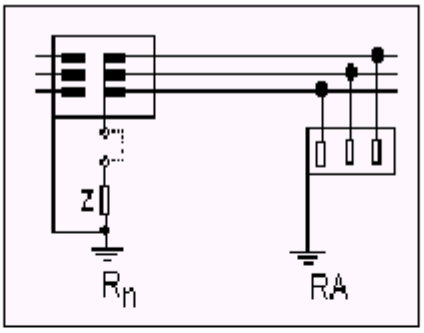
Nesse esquema, a corrente resultante de uma única falta fase – massa não deve ter intensidade suficiente para provocar o surgimento de tensões de contato perigosas.

São considerados três tipos de esquemas, ITN, ITS e ITR, de acordo com a disposição do condutor neutro e dos condutores de proteção das massas da instalação e do posto de alimentação, a saber:

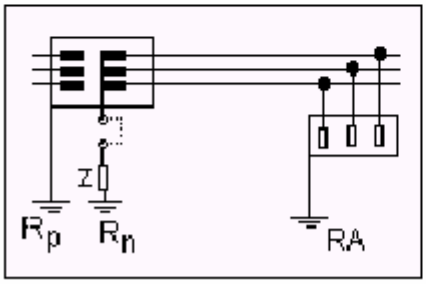
a) Esquema ITN, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção das massas do posto de alimentação são ligados a um único eletrodo de aterramento e as massas da instalação ligadas a um eletrodo distinto;

b) Esquema ITS, no qual o condutor neutro, os condutores de proteção das massas do posto de alimentação e da instalação e da instalação são ligados a eletrodos de aterramento distintos;

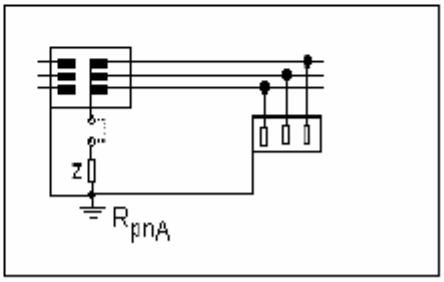
c) Esquema ITR, no qual o condutor neutro, os condutores de proteção das massas do posto de alimentação e da instalação são ligados a um único eletrodo de aterramento.



Esquema ITN



Esquema ITS



Esquema ITR

Equipotencialização

Podemos definir equipotencialização como o conjunto de medidas que visam minimizar as diferenças de potenciais entre componentes de instalações elétricas de energia e de sinal (telecomunicações, rede de dados, etc.), prevenindo acidentes com pessoas, e baixando à níveis aceitáveis os danos tanto nessas instalações quanto nos equipamentos a elas conectados.

Principais problemas causados pela falta de equipotencialização (diferença de potenciais) em aterramentos de uma mesma instalação:

- Riscos de choques que podem provocar danos fisiológicos às pessoas e animais, no caso da isolação de um dos equipamentos venha a ser rompido, havendo assim uma diferença de potencial entre a carcaça do mesmo em relação ao aterramento ou a carcaça de outro equipamento, podendo assim existir um circuito fechado no toque simultâneo entre o equipamento com isolação danificado com outro equipamento ou aterramento, existindo assim, uma corrente de falta fluindo pelo corpo da pessoa ou animal que venha a executar este tipo de ação**.**

- Riscos de rompimento de isolação em equipamentos de tecnologia da informação e similares que necessitem de interligações para intercâmbio de dados e em equipamentos eletrônicos suscetíveis a interferência; causando danos nos mesmos e prejudicando seu funcionamento individual, ou em casos extremos, paralisando grandes linhas de produção.

São designados com “Equipamentos de Tecnologia de Informações“ pela IEC, todos os tipos de equipamentos elétricos e eletrônicos de escritório e equipamentos de telecomunicações.

Podemos exemplificar como equipamentos assim designados:

- Equipamentos de telecomunicações e de transmissão de dados, equipamentos de processamento de dados ou instalações que utilizarem transmissão de sinais com retorno à terra, interna ou externamente ligadas a uma edificação;
- Fontes de corrente contínua que alimentam equipamentos de tecnologia de informação no interior de uma edificação;
- Equipamentos e instalações de CPCT – Central Privada de Comutação Telefônica (PABX);
- Redes locais;
- Sistemas de alarme contra incêndio e contra roubo;
- Sistemas de automação predial;
- Sistemas CAM (Computer Aided Manufacturing) e outros que utilizam computadores.

Condições de equipotencialização:

- Interligação de todos os aterramentos de uma mesma edificação, sejam eles, o do quadro de distribuição principal de energia (QGBT), o do DG de telefonia, o da rede de comunicação de dados, etc., deverão ser convenientemente interligados, formando um só aterramento;
- Todas as massas metálicas de uma edificação, tais como: ferragens estruturais, grades, guarda corpos, corrimãos, portões, bases de antenas, bem como carcaças metálicas dos equipamentos elétricos, devem ser convenientemente interligados ao aterramento;
- Todas as tubulações metálicas da edificação, como rede de hidrantes, eletrodutos, e outros, devem ser interligados ao aterramento de forma conveniente;
- Os aterramentos devem ser realizados em anel fechado, malha, ou preferencialmente pelas ferragens estruturais das fundações da edificação, quando esta for eletricamente contínua (e na maioria das vezes é);
- Todos os terminais " terra " existentes nos equipamentos deverão estar interligados ao aterramento via condutores de proteção PE que, obviamente deverão estar distribuídos por toda a instalação da edificação;
- Todos os ETI´s (Equipamentos de Tecnologia de Informações), devem ser protegidos por DPS´s (Dispositivos de Proteção Contra Surtos), por ex.: varistores centelhadores, diodos especiais, Taz ou Tranzooby, ou uma associação deles;
- Todos os terminais " terra " dos DPS´s devem ser ligados ao TAP (Terminal de Aterramento Principal), através da ligação da massa dos ETI´s pelo condutor de proteção PE;
- No QDP, ou no quadro do secundário do transformador, dependendo da configuração da instalação elétrica de baixa tensão, deve ser instalado um Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) de características nominais mais elevadas, que possibilite uma coordenação eficaz nos quadros de alimentação dos circuitos terminais que alimentam os ETI´s;
- Pela NBR-5410; 1997, a zona de influência do TAP (Terminal de Aterramento Principal), onde efetivamente se consegue um equilíbrio aceitável dos potenciais em freqüência industrial, levando em consideração os itens acima expostos, é de 10m em qualquer direção (tanto vertical quanto horizontalmente), dentro de uma mesma edificação. Portanto cada edificação deverá possuir um TAP e se esta edificação tiver dimensões que ultrapassem a zona de influência deste TAP, outras barras deverão ser instaladas de forma similar ao TAP. A estes denominaremos TAS (Terminal de Aterramento Secundário). O TAS deve ser interligado ao TAP com condutores e conexões que ofereçam baixa impedância na interligação. Nestes casos podem ser utilizados vários recursos que otimizem o custo da instalação, por ex. : o

aproveitamento de bandejamento dos cabos, hidrantes, caso seja garantida sua continuidade elétrica em parâmetros aceitáveis;

- A NBR14306; 1999, norma de telecomunicações, substitui o TAS pelo TAT (Terminal de Aterramento de Telecomunicações), porém com os mesmos conceitos práticos de instalação.

Esclarecemos que ao citarmos insistentemente a palavra “convenientemente“ nos itens anteriores, queríamos enfatizar que a interligação entre aterramentos deve obedecer a certos critérios, pois interligar aterramentos não é simplesmente interligar um eletrodo ao outro.

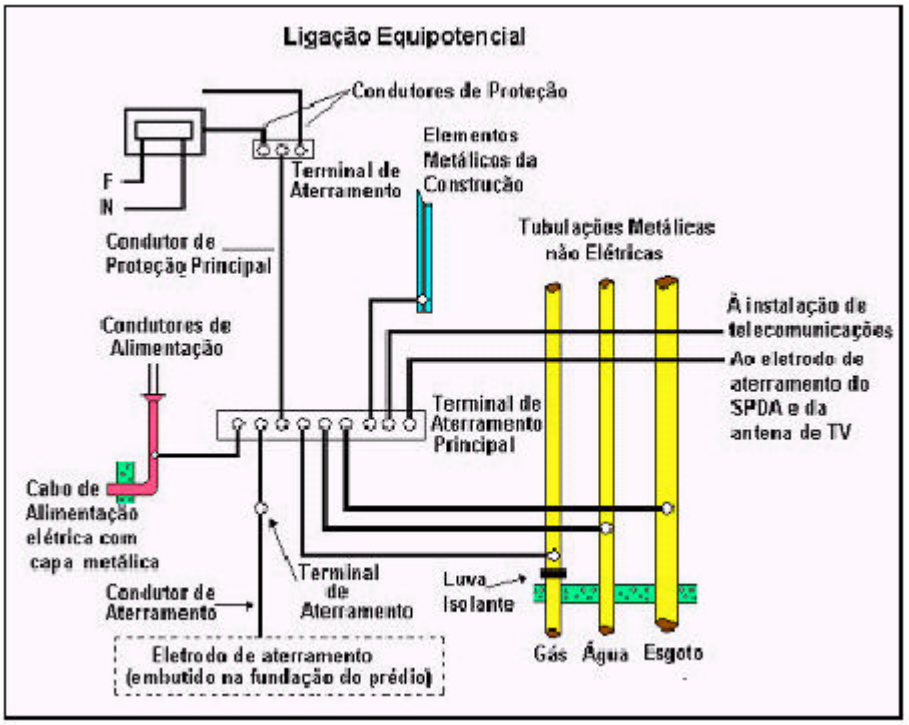
Para que a interligação ocorra de maneira correta e eficaz deve-se instalar próximo ao QDP (Quadro de Distribuição Principal de Baixa Tensão), para instalações de energia da edificação, uma barra de cobre distanciada da parede em alguns centímetros e isolada desta por isoladores de porcelana, resina, ou outro material isolante.

Esta barra deve ter dimensões compatíveis que assegurem um bom contato elétrico, preservando suas características de resistência mecânica e de baixa impedância elétrica.

Via de regra, um bom parâmetro para suas dimensões são: largura = 50mm, espessura = 6mm e comprimento não inferior a 500 mm. Tanto a NBR 5410-1997, quanto a NBR 5419-2001, denominam este barramento de TAP (Terminal de Aterramento Principal).

Portanto, fazer uma interligação convenientemente, consiste em se conectar todos os aterramentos neste TAP, inclusive as ferragens da edificação, pelo caminho mais curto possível e dela retirarem-se tantos quantos condutores de proteção PE, forem necessários para “servir “ a instalação.

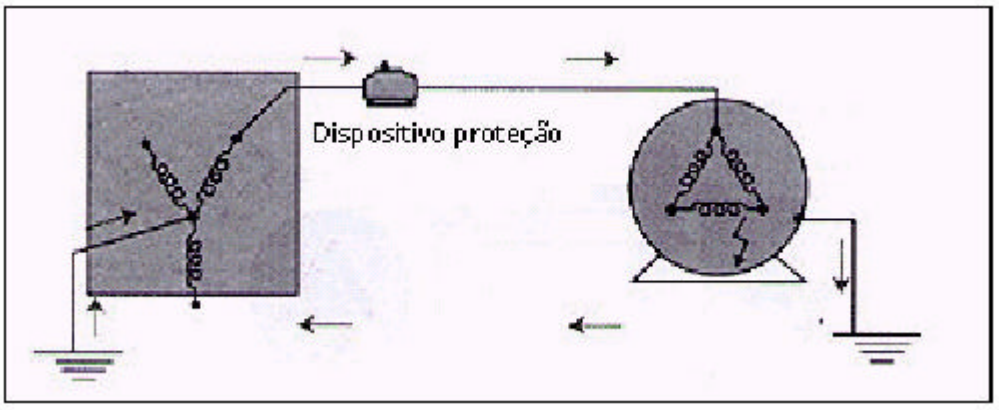
Cabe esclarecer que se por qualquer motivo alguma tubulação metálica não puder ser diretamente interligada ao TAP, por ex. : corrosão galvaniza, esta interligação deverá ser realizada de forma indireta via centelhador.



Seccionamento automático da alimentação

No sistema de proteção contra choques elétricos (contatos indiretos), por seccionamento automático da alimentação, as massas devem ser ligadas a condutores de proteção formando uma “rede de aterramento“.

Um dispositivo de proteção deve seccionar automaticamente a alimentação do circuito por ele protegido sempre que uma falta entre parte energizada e a massa der origem a uma tensão de contato perigosa.



O tempo máximo admissível de seccionamento é dado em função da tensão fase – terra- U0 em esquemas de ligação de aterramento TN, e em função da tensão fase fase em esquemas de aterramento IT, sendo também classificados em função da seletividade (Situação 1 e Situação 2), conforme descriminado nas tabelas 1 e 2 abaixo:

Tabela 1 – Tempos de seccionamento máximos no esquema TN

Uo (V)	Tempo de seccionamento (s)	
	Situação 1	Situação 2
115, 120, 127	0,8	0,35
220	0,4	0,20
277	0,4	0,20
400	0,2	0,05
> 400	0,1	0,02

Uo = tensão nominal entre fase e terra, valor eficaz em corrente alternada

Tabela 2 – tempos de seccionamento máximos no esquema IT

U (V)	Tempo de seccionamento (s)	
	Situação 1	Situação 2
208, 220, 230	0,8	0,35
380, 400, 480	0,4	0,20
690	0,2	0,05
1000	0,1	0,02

U = tensão nominal entre fases, valor eficaz em corrente alternada

São utilizados na proteção por seccionamento automático, dispositivo de sobre-corrente (disjuntores, fusíveis) ou dispositivos de corrente diferencial.

A utilização de um dispositivo ou outro dependerá do esquema de aterramento utilizado.

Dispositivo DR

O dispositivo DR é usado para detectar a corrente residual de um circuito, ou seja, é o monitor de corrente à terra que atua tão logo a corrente para a terra atinja seu limiar de disparo (sensibilidade).

Utilização de Dispositivo de Proteção DR

O dispositivo DR tem como função a proteção as pessoas e/ou do patrimônio contra falta a terra.

O dispositivo DR não substitue os disjuntores e fusíveis, pois não protegem o circuito contra sobrecargas e curtos-circuitos.

A aplicação do DR é dada em função de sua sensibilidade e do tipo de instalação ou equipamento a ser protegido:

Por exemplo:

- Proteção contra contato direto : 30mA

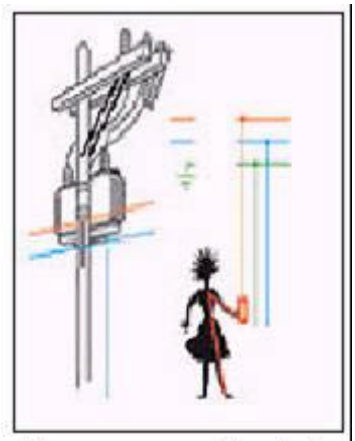
Contato direto com partes energizadas que pode ocasionar fuga de corrente elétrica, através do corpo humano.

- Proteção contra contato indireto: 100mA a 300mA

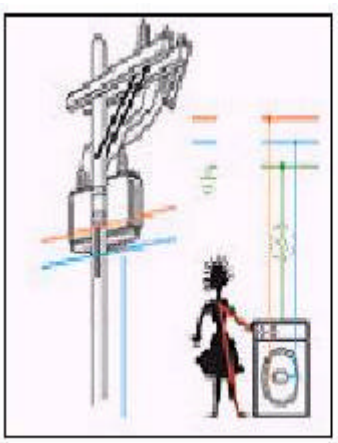
No caso de uma falta interna em algum equipamento ou falha na isolação, peças de metal podem ser energizadas.

- Proteção contra incêndio: 500mA

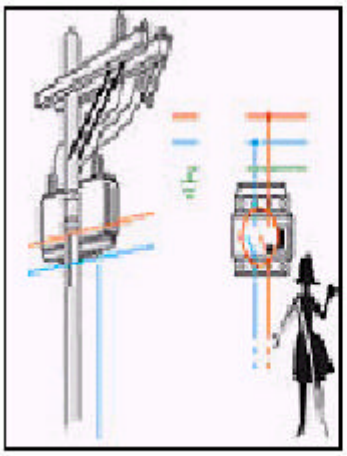
As correntes para terra com esta intensidade podem gerar arcos/ faíscas e , por conseqüência, provocar incêndios.



Choque por contato direto



Choque por contato indireto (falha de isolação)



Dispositivo DR contra contatos diretos e indiretos

Lembramos que o dimensionamento da sensibilidade deve ser criteriosa, pois existem perdas para terra inerentes à própria qualidade da instalação que podem ocasionar desligamentos indevidos.

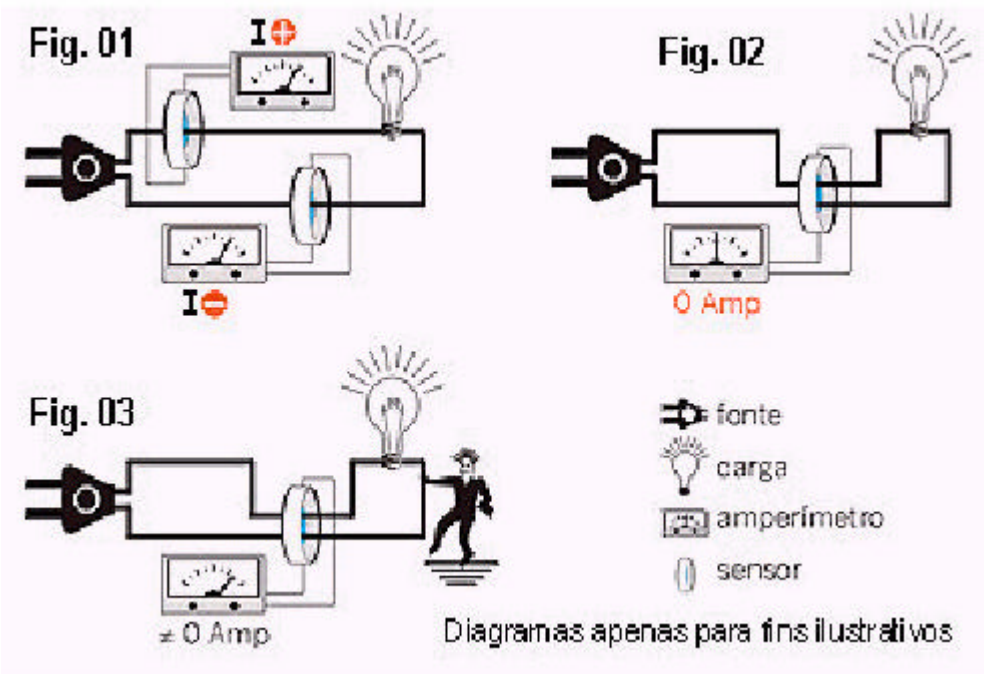
O dispositivo DR pode proporcionar proteção contra contatos diretos e indiretos, entretanto devemos evitar todo o tipo de contato direto, utilizando-se das medidas de prevenção adequadas.

Princípio de Funcionamento

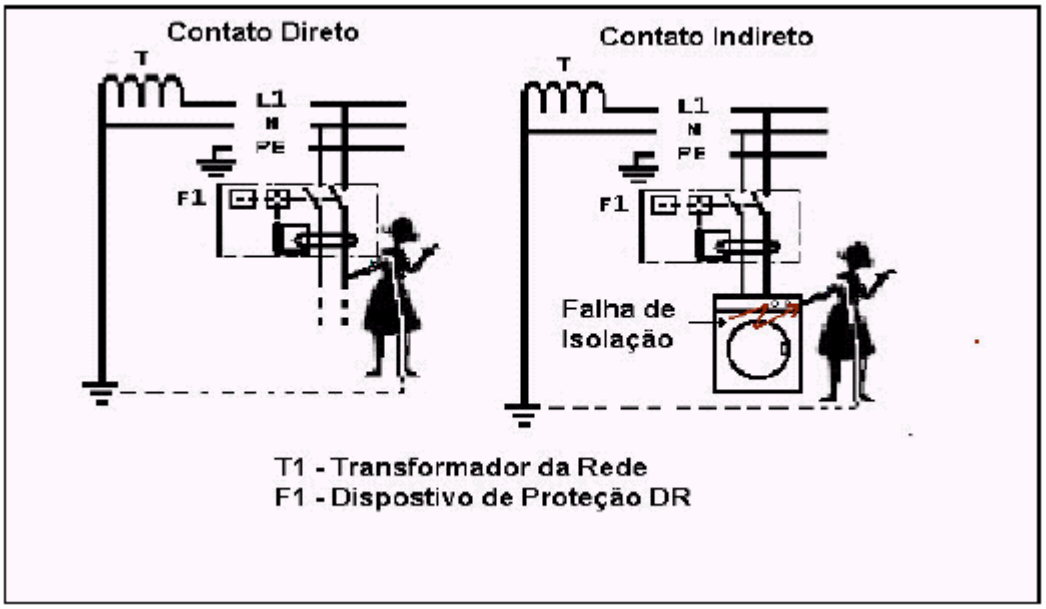
O dispositivo DR monitora permanentemente a soma vetorial das correntes que percorrem os condutores de um circuito (fig. 1).

As duas são de mesmo valor, porém de direções contrárias em relação à carga. Se chamarmos a corrente que entra na carga de + I e a que sai – I, logo a soma vetorial das correntes é igual a zero (Fig. 2).

A soma somente não será igual a zero (ou próximo a zero), se houver corrente fluindo para a terra (Fig.3).



A situação de falta pode ser ocasionada por falha de isolação no equipamento ou alimentador ou contato com parte viva do circuito, conforme figura abaixo:

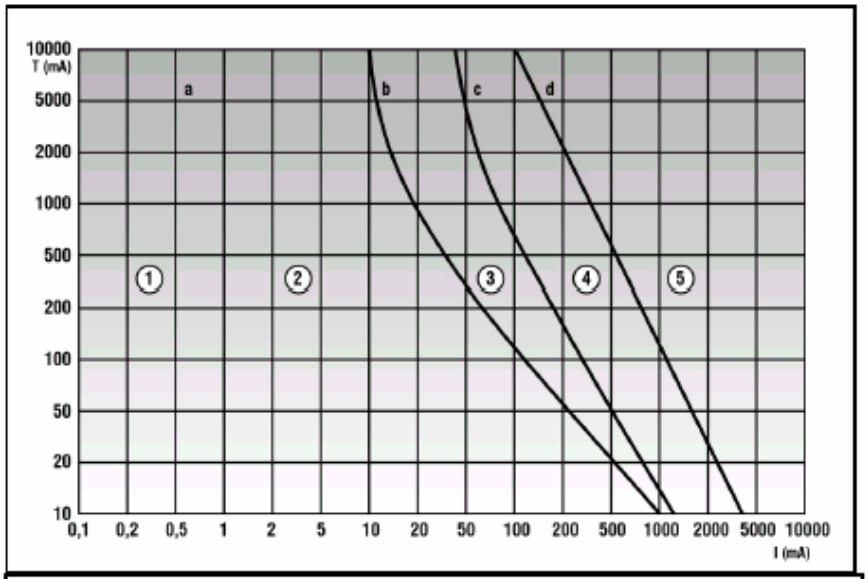


Quando a corrente atinge um determinado valor, dependendo da sensibilidade do dispositivo DR, é ativado um relê.

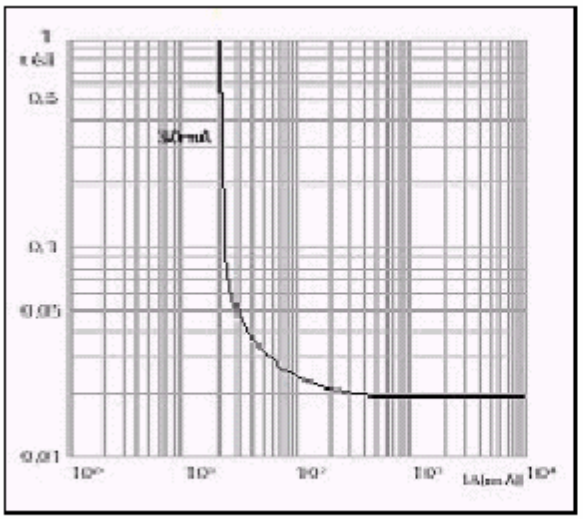
Via de regra, este relê irá promover a abertura dos contatos principais do próprio dispositivo ou do dispositivo associado (contator ou disjuntor).

Poderia, eventualmente, como observado no início, apenas acionar um alarme visual ou sonoro, mas como estamos tratando de proteção pessoal e/ou patrimonial a ação mais prudente e segura é o desligamento do circuito afetado.

Comparativo das curvas de zona de risco com curva DR 30 mA



Zona 1 – habitualmente nenhuma reação
Zona 2 – habitualmente nenhum efeito pato-fisiológico perigoso
Zona 3 – habitualmente nenhum risco de fibrilação
Zona 4 – fibrilação possível (probabilidade de até 50%)
Zona 5 – Risco de fibrilação (probabilidade superior a 50%)



Curva de atuação diferencial tetrapolar

Podemos verificar, na correlação das curvas, que o dispositivo DR propicia a proteção as pessoas.

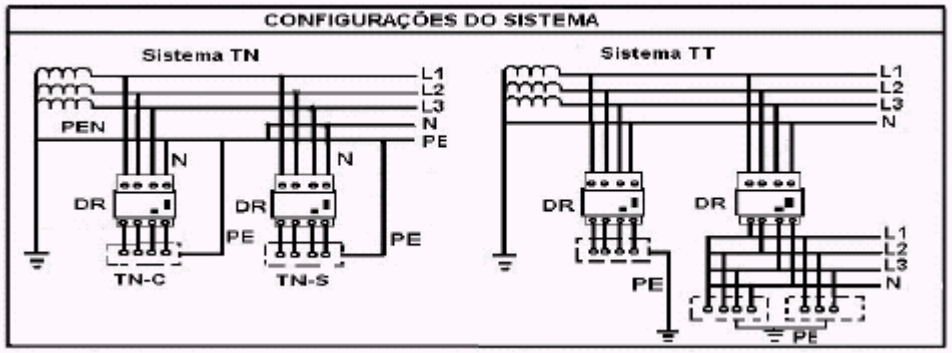
Ex. Para uma corrente de falta de 30mA acarreta o desligamento em 50mS, pela curva de atuação de DR 30mA.

Verificamos que nas curvas de zonas de risco, uma corrente de 30mA, pode agir por aproximadamente 500mS, sem efeitos fisiológicos geralmente danosos.

Esquemas de Ligação e de Instalação DR´s

O DR deve ser instalado em série com os disjuntores de um quadro de distribuição. Em geral, ele é colocado depois do disjuntor principal e antes dos disjuntores de distribuição.

Para facilitar a detecção do defeito, aconselha-se proteger cada aparelho com dispositivo diferencial. Caso isto não seja viável, deve-se separar por grupos que possuam características semelhantes, como por exemplo: circuito de tomadas, circuitos de iluminação, etc.



Obrigatoriedade da Utilização de DR´s

Independentemente do esquema de aterramento, TN, TT ou IT, o uso de proteção DR, mais particularmente de alta sensibilidade (isto é, com corrente diferencial – residual nominal I igual ou inferior a 30 mA), tornou-se expressamente obrigatória, nos seguintes casos :

a) Circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro;

b) Circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;

c) Circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior; e

d) Circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas - cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, de todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens.

Admite-se que sejam excluídos os seguintes casos:

- Os circuitos que alimentem aparelhos de iluminação posicionados a uma altura igual ou superior a 2,50m (somente para o item a);
- As tomadas de corrente claramente destinadas a alimentar refrigeradores e congeladores e que não fiquem diretamente acessíveis (somente para o item d).

Recomendações nas Ligações

- Todos os fios do circuito têm que obrigatoriamente passar pelo DR;
- O fio terra (proteção) nunca poderá passar pelo interruptor diferencial;
- O condutor neutro não poderá ser aterrado após ter passado pelo interruptor.

Tabela de relação entre esquema de aterramento e dispositivos de proteção

Esquema de Aterramento	Dispositivo de Proteção
TN-C	Sobrecorrente
TN-S	Sobrecorrente DR
TT	DR
IT (massas aterradas individualmente ou em grupos)	DR
IT (todas as massas interligadas)	DR Sobrecorrente

Observações

- O dispositivo DR é incompatível com os sistemas de aterramento PEN e PE, pois nesses sistemas não há diferença de corrente residual circulando pelo sensor do DR. Na ocorrência de falhas, com o condutor de proteção PEN ou PE passando pelo sensor, haverá um equilíbrio entre as correntes, portanto, para o correto funcionamento do dispositivo DR é necessário que haja separação entre os condutores de proteção (PE) e neutro (N).
- A proteção dos circuitos pode ser realizada individualmente ou por grupos de circuitos.

Extra baixa tensão

É definido como sendo extra baixa tensão quando temos um circuito alimentado com tensões inferiores a 50V.

O emprego da extra baixa tensão, embora aparente um certo nível de segurança no que se refere à proteção contra choques elétricos, não dispensa o respeito às medidas de segurança prescritas para todas as instalações elétricas, notadamente no que se refere à proteção contra sobrecorrentes e contra os efeitos térmicos, incluindo os riscos de incêndio.

A proteção contra as sobrecorrentes é realizada da seguinte maneira:

- O dispositivo de proteção deve ser adequado à seção dos condutores e insensível à corrente transitória de energização do transformador, a proteção pode então ser garantida por fusíveis rápido compatível com a corrente de energização do transformador ou por minidisjuntores tipo C.
- Os condutores do circuito de extra baixa tensão de segurança devem estar separados dos condutores de qualquer outro circuito; caso contrário, uma das seguintes condições deve ser atendida:
    - Os condutores do circuito de extra baixa tensão devem ser dotados de cobertura, além de isolação básica.
    - Os condutores do circuito a outras tensões devem ser separados por uma tela metálica aterrada ou por blindagem metálica aterrada.

Quanto às tomadas de correntes, não deve ser possível inserir plugs de circuitos de extra baixa tensão de segurança em tomadas alimentadas sob outras tensões.

Separação elétrica

A proteção por separação elétrica consiste na utilização de um transformador cujo secundário é isolado, ou seja, no secundário nenhum condutor vivo deve ser aterrado inclusive o neutro.

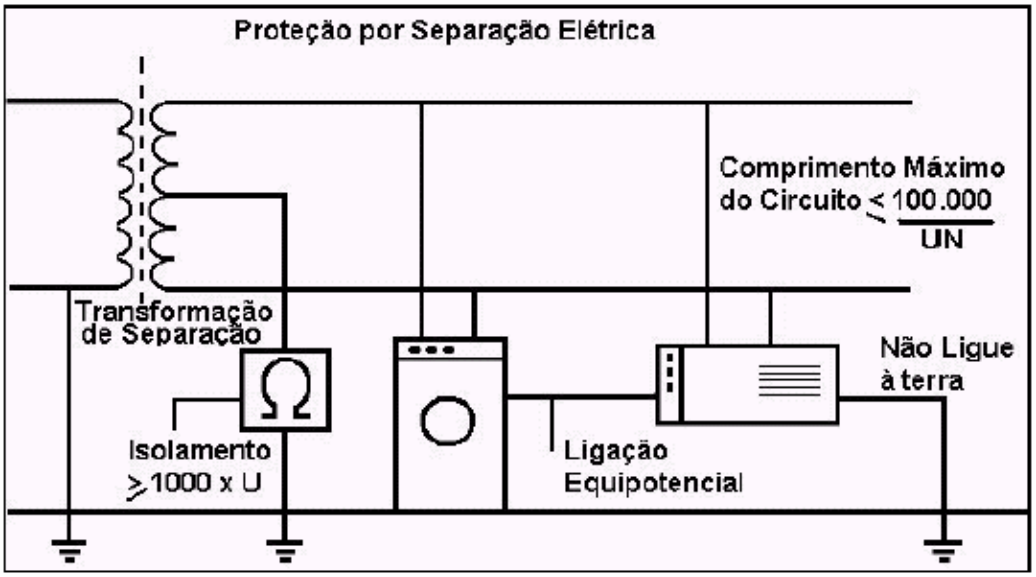
Este sistema de proteção baseia-se na impossibilidade de "fechamento" da corrente pela terra no caso de contato de uma pessoa com uma parte energizada.

Tal impossibilidade perdura enquanto estiver garantido o isolamento para terra e cessa após a primeira falta para terra, o que torna evidente a necessidade de controlar permanentemente o isolamento.

A separação, é uma medida de aplicação limitada.

Esta proteção contra contatos indiretos tem as seguintes características:

- Uma separação, entre o circuito separado e outros circuitos, incluindo o circuito primário que o alimenta, equivale na prática à dupla isolação;
- Isolação entre o circuito separado e a terra;
- Ausência de contato entre a(s) massa(s) do circuito separado, a terra e outras massas(de outros circuitos) e/ou elementos condutivos.
- Constitui-se em um sistema elétrico "ilhado".


Proteção por Separação Elétrica
Comprimento Máximo do Circuito ≤ 100.000 / UN
Transformação de Separação
Isolamento ≥1000 x U
Ligação Equipotencial
Não Ligue à terra

A separação elétrica individual é, por assim dizer, o retrato ideal da separação elétrica como medida de proteção.

Sendo o circuito separado isolado da terra, uma falha na isolação do equipamento alimentado, que tornasse viva sua massa, não resultaria em choque elétricos, pela inexistência de caminho para a circulação da hipotética corrente de falta, até aí, nenhuma diferença entre a separação individual e a que alimenta vários equipamentos.

Evitando-se a alimentação de vários equipamentos , descarta-se, por exemplo, o risco de contato simultâneo com massas que porventura se tornem vivas pela ocorrência de faltas envolvendo duas fases distintas.

Por isso a necessidade de equipotencialização (não aterrada !) entre massas quando o circuito separado alimenta mais um equipamento.

Além da equipotencialização das massas, é necessário que um dispositivo de proteção seccione automaticamente a alimentação do circuito separado, num tempo máximo estipulado, se após a ocorrência da primeira falta, envolvendo uma massa, sobrevier uma segunda falta, envolvendo outra massa e outro condutor, distinto do primeiro .

Isolação Dupla ou Reforçada

A utilização de isolação dupla ou reforçada tem como finalidade propiciar uma dupla linha de defesa contra contatos indiretos.

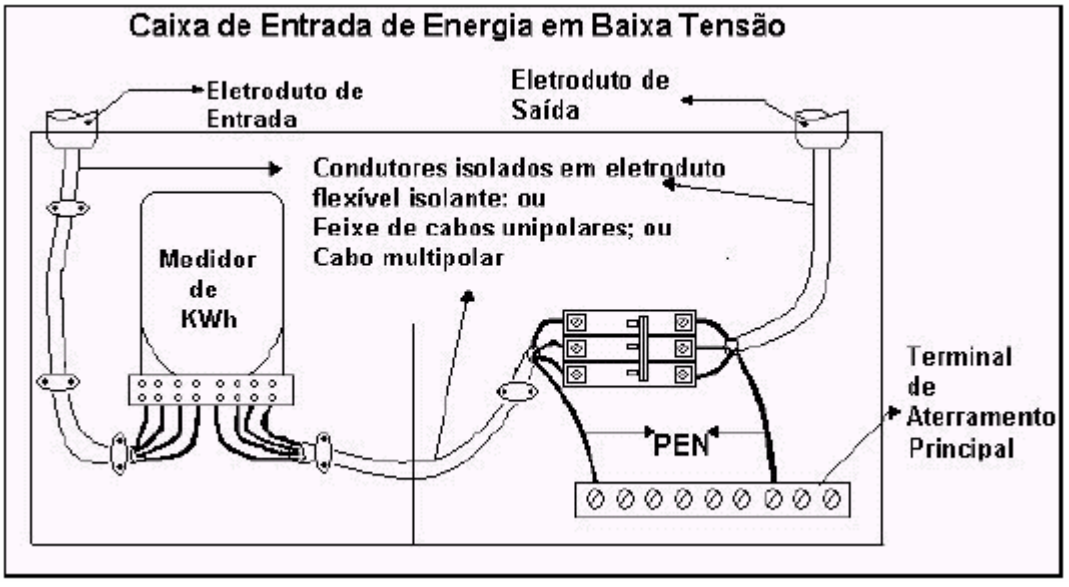
A isolação dupla é constituída de :

· Isolação básica – Isolação aplicada as partes vivas, destinada a assegurar proteção básica contra choques elétricos.

· Isolação suplementar – Isolação independente e adicional à isolação básica, destinada a assegurar proteção contra choques elétricos em caso de falha da isolação básica, ou seja, assegurar proteção supletiva.

Comumentemente, são utilizados sistemas de isolação dupla em alguns eletrodomésticos e ferramentas elétricas portáteis (furadeiras, lixadeiras, etc.).

Podemos observar que este tipo de isolação na instalação de um padrão de medição em baixa tensão, pois neste tipo de instalação os condutores não tendo dupla isolação, devem ser condicionados em eletroduto flexível isolante, conforme figura abaixo:


Caixa de Entrada de Energia em Baixa Tensão
Eletroduto de Entrada
Eletroduto de Saída
Condutores isolados em eletroduto flexível isolante: ou Feixe de cabos unipolares; ou Cabo multipolar
Medidor de KWh
PEN
Terminal de Aterramento Principal

A isolação reforçada é o tipo de isolação única aplicada às partes vivas, que assegura um grau de proteção contra choques elétricos equivalente ao da dupla isolação.

A expressão "isolação única" não implica que a isolação deva constituir uma peça homogênea, podendo comportar diversas camadas impossíveis de serem ensaiadas isoladamente, como isolação básica ou como isolação suplementar.

Na prática podemos considerar como condutor com isolação reforçada o cabo mostrado na figura abaixo, pois o mesmo pode ser instalado em locais inacessíveis sem a utilização de invólucros / barreiras (eletrodutos, calhas fechadas, etc.), sendo o mesmo constituído de isolação(2) e cobertura(4) em composto termoplástico de PVC.

O fabricante considera a função de isolação da camada de cobertura (4) somente como proteção contra influências externas.

(1) CONDUTOR
Metal: fio de cobre nu, têmpera mole
Forma: redonda normal, compacta ou setorial
Encordoamento: classe 2
(2) ISOLAÇÃO
Composto termoplástico de PVC SEM CHUMBO antichama
(3) ENCHIMENTO
Composto termoplástico de PVC SEM CHUMBO
(4) COBERTURA
Composto termoplástico de PVC SEM CHUMBO antichama
IDENTIFICAÇÃO
• Cabo unipolar: Cobertura preta (outras cores sob consulta).
• Cabos multipolares (2, 3 e 4 condutores): Veias numerizadas e cobertura preta
TEMPERATURAS MÁXIMAS DO CONDUTOR
70 °C em serviço contínuo, 100 °C em sobrecarga e 160 °C em curtocircuito.
1
2
3
4

Cabo com isolação reforçada

Seleção dos Sistemas de Proteção Contra Choques Elétricos

Conforme prescrições da NBR 5410, a proteção mecânica contra choques elétricos, seja de origem direta ou indireta, deve ser composta de proteção básica e supletiva, sendo a combinação das mesmas executada considerando-se a classe do equipamento / componentes, conforme tabela a seguir:

Classes de Equipamentos/ Componentes	Proteção Básica	Proteção Supletiva	
Classe 0	Isolação Básica	Ambiente (locais não condutores)	
		Separação elétrica (um único equipamento alimentado)	
Classe I	Isolação Básica	Equipotencialização de proteção	Seccionamento automático da alimentação
Classe II	Isolação Básica	Isolação Suplementar	
	Isolação Reforçada ou disposições construtivas equivalentes		
Classe III	Limitação da tensão	Separação de proteção de outros circuitos e separação básica da terra	

Devemos notar que, os conceitos de classe não são aplicáveis única e exclusivamente aos equipamentos, mas também à componentes e às disposições ou soluções construtivas da instalação.

Podemos exemplificar que os equipamentos / componentes de classe II, podem ser equipamentos prontos de fábrica, por exemplo: ferramentas elétricas com dupla isolação, ou arranjos construtivos, por exemplo: instalação elétrica de caixa de entrada de energia de baixa tensão.

As classes dos equipamentos/ componentes são definidos em função da periodicidade do contato pessoal com o potencial de terra nas proximidades dos mesmos, conforme tabela definida pela NBR 6151.

Contato pessoal com o potencial de terra	Classe do Equipamento / Componente			
	0	I	II	III
Nulos	A	Y	A	A
Fracos	A	A	A	A
Freqüentes	X	A	A	A
Contínuos	X	X	A	A

A – Admitidos

Y - Não Admitidos

X – Admitidos se usados com classe 0

Normas técnicas brasileiras NBR da ABNT

NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão .

Esta norma fixa as condições que devem satisfazer as instalações elétricas a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e animais domésticos e a conservação do patrimônio.

Aplica – se às instalações elétricas alimentadas sob uma tensão nominal igual ou inferior a 1000V em corrente alternada, com freqüências inferior a 400 Hz, ou a 1500V em corrente contínua.

Sua aplicação é considerada a partir da origem da instalação, observando-se que:

a) a origem de instalações alimentadas diretamente por rede de distribuição pública em baixa tensão corresponde aos terminais de saída do dispositivo geral de comando e proteção; no caso excepcional em que tal dispositivo se encontre antes do medidor, a origem corresponde aos terminais de saída do medidor;

b) a origem de instalações alimentadas por subestação de transformação corresponde aos terminais de saída do transformador;

c) Se caso a subestação possuir vários transformadores, a cada transformador corresponderá uma origem, havendo tantas instalações quantos forem os transformadores;

d) nas instalações alimentadas por fonte própria de energia, a origem é considerada de forma a incluir a fonte como parte da instalação.

Abrangência da NBR 5410:2004

a) Edificações residenciais;

b) Edificações comerciais;

c) Estabelecimentos de uso público;

d) Estabelecimentos industriais;

e) Estabelecimentos agropecuários e hortigranjeiros;

f) Edificações pré-fabricadas;

g) Reboques de acampamento (trailers), locais de acampamento (camping), marinas e instalações análogas;

h) Canteiros de obra, feiras, exposições e outras instalações temporárias.

Observações

Aplica-se a instalações novas e a reformas em instalações existentes;

Limita-se às instalações elétricas internas, ou seja, após a medição da concessionária de energia elétrica.

NBR 14039 – instalação elétricas de média tensão (1,0kV a 36,2kV)

Esta Norma fixa os métodos de projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, com tensão nominal de 1,0 kV a 36,2 kV, à freqüência industrial, de modo a garantir segurança e continuidade de serviço.

Sua aplicação é considerada a partir de instalações alimentadas pela concessionária de energia elétrica, que corresponde a ponto de entrega definido através da legislação vigente da ANEEL. Também se aplica a instalações alimentadas por fonte própria de energia em média tensão.

Abrange as instalações de geração, distribuição e utilização de energia elétrica, sem prejuízo das disposições particulares relativas aos locais e condições especiais de utilização constantes das respectivas normas.

As instalações especiais, tais como marítimas, de tração elétrica, de usinas, pedreiras,luminosas com gases (neônio e semelhantes), devem obedecer, além desta, às normas específicas aplicáveis em cada caso.

Observações

Não se aplica:

· Às instalações elétricas de concessionários dos serviços de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, no exercício de suas funções em serviço de utilidade pública;

· Às instalações de cercas eletrificadas;

· À manutenção em linha viva.

As prescrições desta Norma constituem as exigências mínimas a que devem obedecer as instalações vizinhas ou causar danos a pessoas e animais e a conservação dos bens e do meio ambiente.

Aplica-se a instalações novas; às reformas em instalações existentes e às instalações de caráter permanente ou temporário.

Outras normas brasileiras aplicáveis ao segmento de energia elétrica

· NBR 5419 Æ Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas;

· NBR 10898 Æ Sistema de Iluminação de Emergência;

· NBR 8674 Æ Proteção contra Incêndios em Transformadores;

· NBR 8222 Æ Proteção contra Incêndios em Transformadores e Reatores de Potência;

· NBR 12232 Æ Proteção contra Incêndios com CO2 para Transformadores e Reatores de Potência;

· Resolução ANEEL 456/00 Æ Portaria para Condições Gerais de Fornecimento de Energia;

· Norma Técnica Aplicável da Concessionária do Cliente;

· NR-23 Æ Proteção Contra Incêndio;

NR-10 - Segurança em instalações e serviços com eletricidade

Objetivo e campo de aplicação

Esta NR estabelece os requisitos e condições mínimas exigíveis para garantir a segurança dos empregados que trabalham em instalações elétricas, em suas diversas etapas, incluindo projeto, execução, operação, manutenção, reforma e ampliação e, ainda, a segurança de usuários e terceiros.

As prescrições aqui estabelecidas abrangem todos os que trabalham em eletricidade, em qualquer das fases de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica.

Nas instalações e serviços em eletricidade, devem ser observadas no projeto, execução, operação, manutenção, reforma e ampliação, as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na falta destas, as normas internacionais vigentes.

Todos os profissionais que intervenham em instalações elétricas energizadas em alta tensão e outros trabalhadores que exerçam suas atividades dentro dos limites estabelecidos como zonas controladas e de risco.

Qualificação, habilitação, capacitação e autorização dos profissionais

É considerado profissional qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino.

É considerado profissional legalmente habilitado aquele previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

É considerado trabalhador capacitado aquele que atenda às seguintes condições simultaneamente:

a) Seja treinado por profissional habilitado e autorizado;

b) Trabalhe sob a responsabilidade de um profissional habilitado e autorizado.

São considerados autorizados os trabalhadores habilitados ou capacitados com anuência formal da empresa.

Todo profissional autorizado deve portar identificação visível e permanente contendo as limitações e a abrangências de sua autorização.

Os profissionais autorizados a trabalhar em instalações elétricas devem ter essa condição consignada no sistema de registro de empregado da empresa.

Os profissionais e pessoas autorizadas a trabalhar em instalações elétricas devem apresentar estado de saúde compatível com as atividades a serem desenvolvidas.

Os profissionais e pessoas autorizadas a trabalhar em instalações elétricas devem possuir treinamento específico sobre os riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e as principais medidas de prevenção de acidentes em instalações elétricas.

Deve ser realizado um treinamento de reciclagem bienal e sempre que ocorrer alguma das situações a seguir:

a) Troca de função ou mudança de empresa;

b) Retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade, por período superior a 3 meses;

c) Modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos e/ou processos de trabalhos.

O trabalho em áreas classificadas deve ser precedido de treinamento específico de acordo com o risco envolvido.

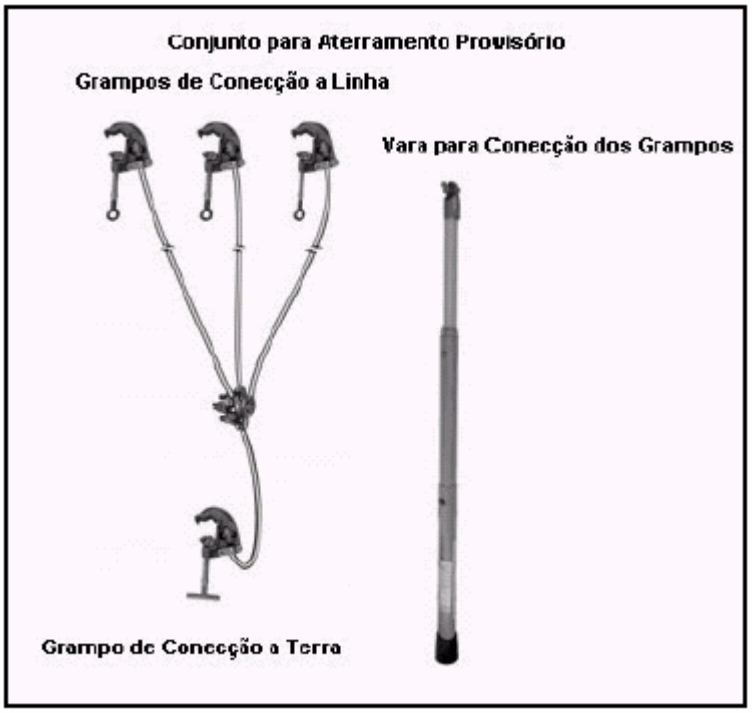
Os trabalhadores com atividades em proximidades de instalações elétricas devem ser informados e possuir conhecimentos que permitam identificá-las, avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

Equipamentos de proteção coletiva

São instrumentos de uso coletivo cuja finalidade é a de neutralizar, atenuar ou sinalizar determinados riscos de um trabalho executado.

O EPC deve ser usado em qualquer situação em que o risco é coletivo. Deve-se na medida do possível darmos preferência a utilização de EPC´s a EPI's.

Exemplos de EPC´S:

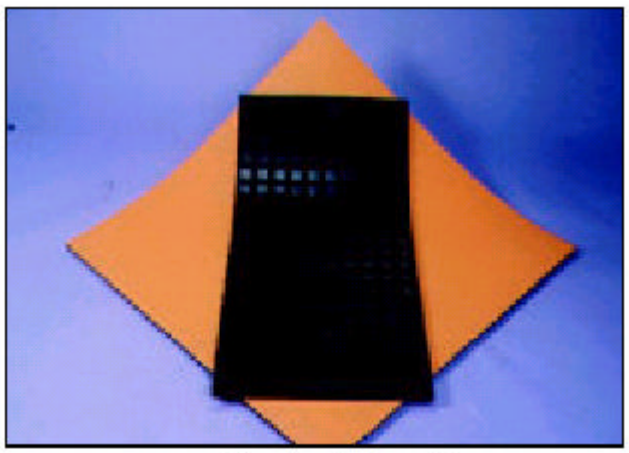

Conjunto para Aterramento Provisório
Grampos de Conecção a Linha
Vara para Conecção dos Grampos
Grampo de Conecção a Terra

Conjunto de aterramento

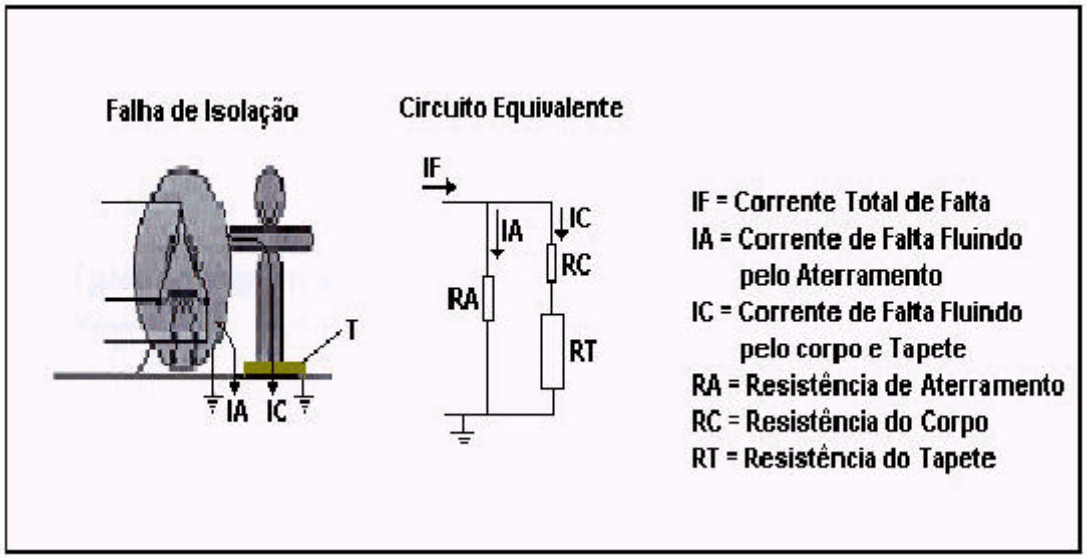
Equipamento destinado a execução de aterramento temporário, visando a equipotencialização, e proteção pessoal contra energização indevida do circuito em intervenção.

Tapetes de borracha isolantes

Acessório utilizado principalmente em subestações, sendo aplicado para executarmos a isolação contra contatos indiretos, minimizando assim as conseqüências por uma falha de isolação nos equipamentos.



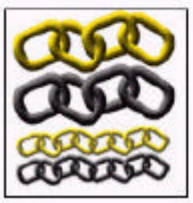
Tapete de borracha



Podemos observar acima a minimização da corrente de falta fluindo pelo corpo (IC), quanto maior for o valor da resistência de isolação do tapete e menor a resistência do aterramento de proteção. Podemos concluir que o tapete é um complemento da proteção por aterramento da carcaça.

Cones e bandeiras de sinalização

Anteparos destinados a fazermos a isolação de uma área que estejam sendo executadas intervenções.

	Fita zebrada para sinalização **Características:** Fita plástica colorida em poliestireno, com listras amarela e preta intercaladas. Utilizada interna e externamente na sinalização, interdição, balizamento ou demarcação em geral, por indústrias, construtoras, transportes, orgãos públicos ou empresas que realizam trabalhos externos. Leves, resistentes, dobráveis e de fácil instalação, são fornecidas em rolo de 200 metros de comprimento e 70 mm de largura, podendo ser afixadas em cones e tripés. **Cores:** Amarelo/Preto
	Cone em PVC para sinalização **Características:** Utilizado para sinalizar, isolar, balizar ou interditar áreas de tráfico ou serviços com extrema rapidez e eficiência. Fornecido em polietileno , PVC ou borracha, são altamente duráveis e resistentes a interpéries e maus tratos. **Cores:** Amarelo/Preto ou Branco/Laranja. **Dimensões:** Altura de 50 cms. Altura de 75 cms.
	**Correntes para sinalização em ABS** Correntes de sinalização e isolamento em plástico ABS de alta durabilidade, resistência mecânica e contra altas temperaturas. Excelente para uso externo, não perdendo cor ou descascando com a ação de intempéries. Fabricada nos tamanhos pequeno e grande, nas cores amarela, preta ou as duas cores mescladas. Garantia contra defeitos de fabricação de 15 anos. Indicada para uso na construção civil como decoração ou isolamento e sinalização de áreas nas mais diversas aplicações, tais como, docas, ancoradouros, estacionamentos, rodovias, pedágios, bancos, parques, shopping centers, supermercados etc.

Placas de sinalização

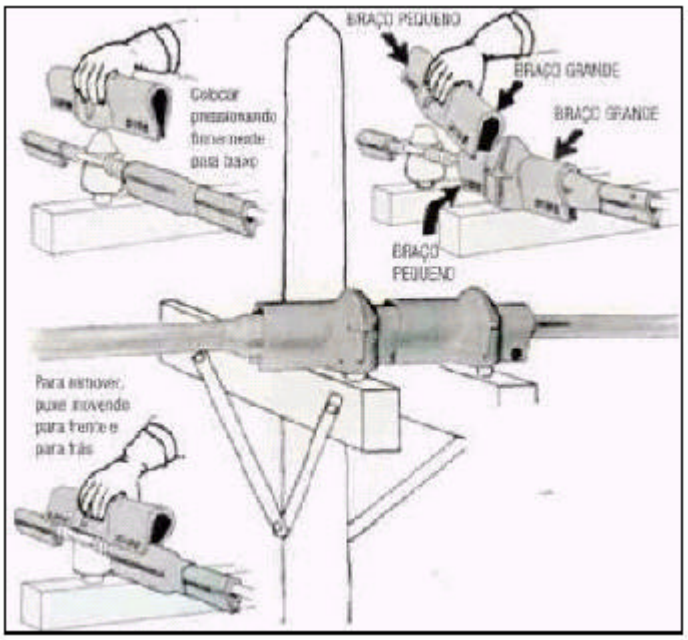
São utilizadas para sinalizarmos perigos (perigo de vida, etc), e situações dos equipamentos (equipamentos energizados, não manobre este equipamento sobre carga, etc), visando assim a proteção de pessoas que estiverem trabalhando no circuito, e de pessoas que venha a manobrar os sistemas elétricos **.**

Banderola com Bastão
Placas de Sinalização
PERIGO DE MORTE ALTA TENSÃO
Esta chave não deverá ser manobrada em carga.
PERIGO
NÃO OPERE ESTA CHAVE

Protetores de máquinas

Anteparos destinados a impossibilitar contatos acidentais com partes energizadas ou partes móveis de equipamentos.

Protetores isolantes de borracha para redes elétricas Anteparos destinados a proteção contra contatos acidentais em redes aéreas, utilizados na execução de trabalhos próximos a ou em redes energizadas.



Equipamentos de proteção individual

São instrumentos de uso pessoal cuja finalidade é neutralizar ou atenuar a ação de agentes agressivos que poderiam causar lesões ao emprego.

O EPI não evita a ocorrência do acidente mas sim atenua a ação do agente agressivo contra o corpo de quem o usa.

O EPI deve ser usado quando:

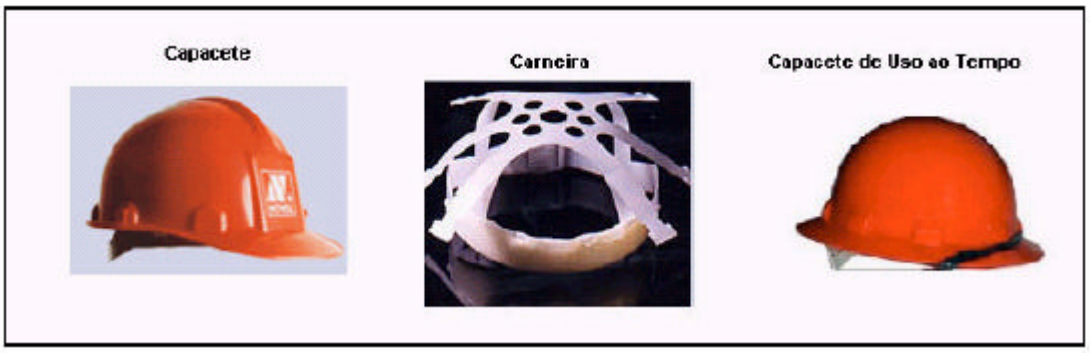
· Não for possível eliminar o risco por outros meios

· For necessário complementar a proteção coletiva

· Executarem – se trabalhos eventuais e em exposição de curta duração, cujo controle na fonte ainda não tenha sido estudado Exemplos de EPI's:

Capacetes isolantes de segurança

Equipamento destinado à proteção contra quedas de objetos.



Óculos de segurança

Equipamento destinado a proteção contra elementos que venham a prejudicar a visão, como exemplo; descargas elétricas.

Máscara / respiradores

Equipamento destinado a utilização em áreas confinadas e sujeitas a emissão de Gases e poeiras.

Luvas isolantes

Equipamento destinado a execução de manobras, sendo usadas geralmente a complementar a utilização de varas de manobra.

Podemos observar na figura acima que as luvas devem ser utilizadas em conjunto com uma luva de cobertura apropriada, e acondicionadas em compartimento apropriado, visando o não comprometimento de suas características de isolação.

As mesmas podem ser testadas com inflador de luvas para verificação da existência de furos, e por injeção de tensão de testes.

As mesmas são classificadas pelo nível de tensão de trabalho e de teste, conforme tabela a seguir:

Classe	Tensão de Ensaio	Tensão de Uso
00	2.500 v	500 v
0	5.000 v	1.000 v
1	10.000 v	7.500 v
2	20.000 v	17.000 v
3	30.000 v	26.500 v
4	40.000 v	36.000 v

Calçados (botinas, sem biqueira de aço)

Equipamento utilizado a minimizar conseqüências de contatos com partes energizadas, sendo as mesmas selecionadas conforme o nível de tensão de isolação, e aplicabilidade (trabalhos em linhas energizadas ou não).

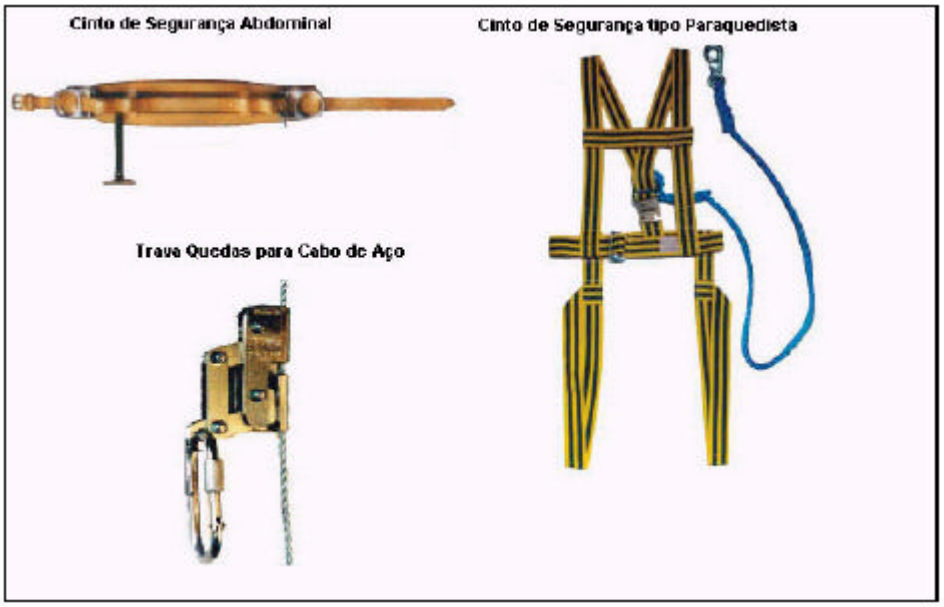
Devem ser acondicionadas em local apropriado, para a não perda de suas características de isolação.

Cinturão de segurança

Equipamento destinado a proteção contra quedas de pessoas, sendo obrigatório a Utilização em trabalhos acima de 2 metros de altura.

Podem ser basicamente de dois tipos: os abdominais e três pontos (pára-quedista), devem ser dada a preferência aos do tipo pára-quedista, pois podem os do tipo abdominal ocasionar lesões na coluna.

Os mesmos podem ser utilizados com trava quedas instalados em cabos de aço ou cabo flexível fixados a estruturas a serem escaladas.



Protetores auriculares

Equipamento destinado a minimizar as conseqüências de ruídos prejudiciais à audição.

Devem ser utilizados os apropriados sem elementos metálicos para trabalhos com eletricidade.

Observação

Conforme artigo 158 da CLT: Constitui ato faltoso do empregado a recusa do uso do EPI.

Equipamentos de manobra e testes de média tensão

Bastão de Manobra

Equipamento utilizado para execução de manobras de seccionadoras de Média tensão que não possuam dispositivos de manobra montados nas mesmas, instalação de aterramentos temporários , etc.

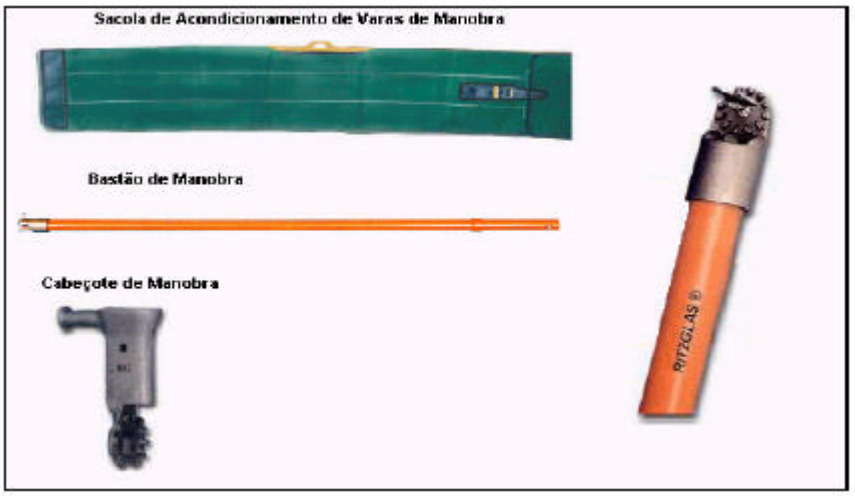
Os mesmos possuem modelos para utilização sob tensões máximas de 20KV a 500KV.

Sua utilização é efetuada com o uso dos EPI´s e EPC´s apropriados, dentro os quais:

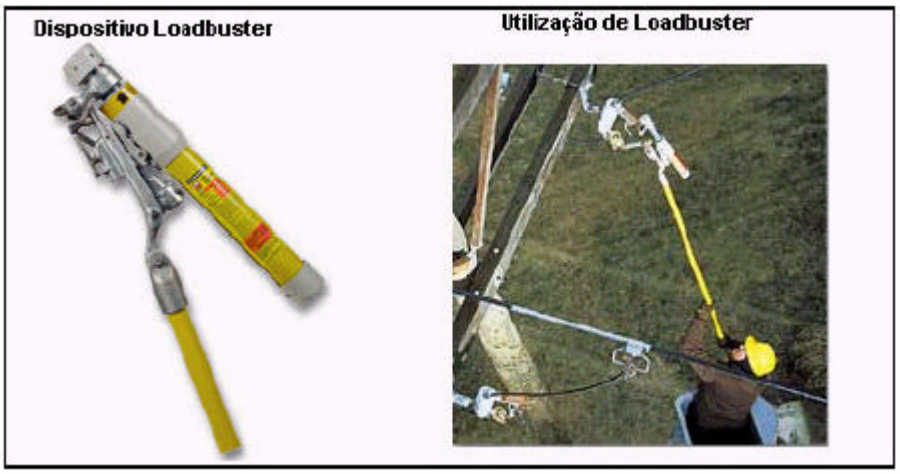
Luvas de Proteção, Botas, Óculos de Proteção, Capacete e Tapetes de Borracha (quando aplicável).

Os bastões de Manobra podem ser utilizados para a manobra de seccionadoras sem carga, e ou sob carga quando utilizadas em conjunto com dispositivo Loadbuster, sendo também utilizados na retirada de unidades fusíveis de seccionadoras aéreas tipo Matheus.

Os bastões devem ser conservadas em ambientes secos e limpos e condicionadas em sacola apropriada, para que não haja a perda das características de isolação das mesmas.



Devem ser executados periodicamente testes de isolação nos bastões de manobra, substituindo-os e inutilizando-os quando os mesmos forem reprovados nos mesmos.



Detectores de tensão

São aparelhos para detectarmos a energização, garantindo a segurança do eletricista devido a :

erros de manobra;

· contato acidental com outros circuitos adjacentes;

· tensões induzidas por linhas adjacentes;

· descargas atmosféricas, mesmo que distantes do local de trabalho;

· fontes de alimentação de terceiros.

Podemos caracterizá-los em dois tipos básicos: os de aproximação e os de contato.

Detectores de tensão por aproximação

São detectores de alta tensão unipolares do tipo portátil, que devem ser operados por bastão ou vara de manobra.

Sua utilização é indispensável nos serviços de manutenção em instalações elétricas, para permitir ao homem de manutenção certificar-se de que a instalação está desenergizada.

Este aparelho permite detectar, com total segurança, a presença de tensão em instalações de corrente alternada, a partir de 1 kV, sem que se faça necessário o contato físico, em condutores sem blindagem, tais como linhas de transmissão e distribuição, subestações, cubículos, etc.

Características Construtivas:

· Os mesmos possuem sensores direcional, que elimina a possibilidades de interferência de fases.

· Os detectores são dotados de um circuito eletrônico, que permitem uma resposta segura e precisa, através de indicações sonoras e luminosas intermitentes.

· Para garantir seu perfeito funcionamento, foi projetado um circuito de teste, acoplado internamente, que permite verificar todas as suas etapas.

· Possuem fonte de alimentação por pilhas, sendo este o grande inconveniente, pois poderá comprometer seu perfeito funcionamento quando as pilhas estiverem descarregadas, sendo o estado das pilhas verificados no circuito interno de testes .

Possuem duplo sinal, acústico e luminoso, operando simultaneamente;

· O aparelho é leve, garantindo facilidade na operação;

· É insensível à influências ou interferências de micro-ondas;

· LED Piloto para maior segurança de funcionamento.

Detectores de tensão por contato

Possuem como diferencial ao detector de tensão de aproximação a execução dos testes por contato a linha ou equipamento a ser verificada a existência de tensão, e que o mesmo pode ser fornecido em faixas testes de tensão de 70V a 170KV, dependendo do modelo a ser especificado.

Detector de Fases

Instrumento indicador de tensão elétrica em condutores nús, energizados, através de sinais luminosos diferenciados, que identificam a faixa de tensão sem utilização de chave seletora.

Possui botão de teste que possibilita ao operador checar sempre as condições de funcionamento do instrumento.

Atua na faixa de 20 a 600 V ou > 600 V e é alimentado por 2 pilhas tamanho AA, 1,5V.

Teste de Luvas de Borracha

Inflador de Luvas

Evite risco de vida, controle com segurança a condição de uso das luvas isolantes de borracha.

Sua utilização é indispensável na inspeção visual das Luvas de Borracha Isolantes, inflando-as por completo, permitindo detectar de imediato, qualquer dano que possa comprometer as suas características de isolamento.

Por se tratar de equipamento sujeito a fissuras, perfurações, cortes, etc. danos estes, que comprometem de forma grave, as suas característica isolantes, pondo em risco a vida de seu

usuário, as Luvas de Borracha Isolantes merecem cuidado especial, mediante uma inspeção visual rigorosa antes de sua utilização, além de ensaios elétricos periódicos.

O inflador de luvas é um instrumento de teste projetado especialmente para permitir, no próprio local de trabalho ou no laboratório de testes, uma inspeção visual segura e completa, das Luvas de Borracha Isolantes, inflando-as uniformemente, de tal forma, que seja possível detectar qualquer dano, por menor que seja, em qualquer ponto de sua superfície.

Teste de Isolação Elétrica para Bastões

Equipamento elétrico portátil destinado a testes de isolação, apropriado à ensaios elétricos de:

· Varas da Manobra;

· Bastões de Manobra;

· Bastões de Linha Viva.

· Escadas de Linha Viva;

· Andaime Modular Isolado.

Podemos observar que o teste é executado na extensão do comprimento do equipamento a ser ensaiado, aplicando-se uma tensão constante de 100KV em trechos de teste de 30cm, indicando diretamente as condições de aprovado ou reprovado, dependentemente do nível de isolação constatado.

Deve-se periodicamente ser executado o teste de isolação dos equipamentos utilizados em manobras e manutenção em circuitos energizados.

Rotinas de trabalho

Procedimentos de trabalho

Todos os serviços em instalações elétricas devem ser planejados, programados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos e adequados.

Os trabalhos em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço com especificação mínima do tipo de serviço, do local e dos procedimentos a serem adotados.

Os procedimentos de trabalho devem conter instruções de segurança do trabalho, de forma a atender esta NR.

As instruções de segurança do trabalho necessárias à realização dos serviços em eletricidade devem conter, no mínimo, objetivo, campo de aplicação, base técnica, competência e responsabilidades, disposições gerais, medidas de controle e orientações finais.

A autorização para serviços em instalações elétricas deve ser emitida por profissional habilitado, com anuência formal da administração, devendo ser coordenada pela área de segurança do trabalho, quando houver , de acordo com a norma regulamentadora n.º4 – Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho.

Na liberação de equipamentos, circuitos e intervenção devemos seguir os procedimentos :

Instalações desenergizadas

Confirmar a desenergização do circuito/equipamento a ser executada a intervenção (manutenção), seguindo os procedimentos:

· Desligamento – confirmar se o circuito desligado é o alimentador do circuito a ser executada a intervenção, mediante a verificação dos diagramas elétricos e folha de procedimentos e a identificação do mesmo em campo.

· Seccionamento – confirmar se o circuito desenergizado é o alimentador do circuito/equipamento á ser executada a intervenção, mediante a verificação dos diagramas elétricos e folha de procedimentos e a identificação do mesmo em campo.

· Impedimento de reenergização **-** verificar as medidas de impedimento de reenergização aplicadas , que sejam compatíveis ao circuito em intervenção, como: abertura de seccionadoras, retirada de fusíveis, afastamento de disjuntores de barras, relês de bloqueio, travamento por chaves;

· Constatação da ausência de tensão - é feita no próprio ambiente de trabalho através de : instrumentos de medições dos painéis (fixo) ou instrumentos elétricos móveis (observar sempre a classe de tensão destes instrumentos), verificar os EPI's e EPC´s necessários para o serviço , se os estão dentro das normas vigentes e se as pessoas envolvidas estão devidamente protegidas.

· Instalação de aterramento provisório – verificar a instalação do aterramento provisório quanto a perfeita equipotencialização dos condutores do circuito ao referencial de terra, com a ligação dos mesmos a esse referencial com equipamentos apropriados.

Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada **-** verificar a existência de equipamentos energizados nas proximidades do circuito ou equipamento a sofrer intervenção verificando assim os procedimentos, materiais e EPI's necessários a execução dos trabalhos obedecendo-se a tabela de zona de risco e zona controlada.

· Instalação da sinalização de impedimento de energização - constatar a instalação da sinalização em todos os equipamentos que nas suas manobras podem vir a energizar o circuito ou equipamento em intervenção. Na falta de sinalização de todos os equipamentos, deve-se providenciar a mesma.

Liberação para serviços

Tendo como base os procedimentos já visto anteriormente o circuito ou equipamento estará liberado para intervenção, sendo a liberação executada pelo técnico responsável pela executada dos trabalhos.

Somente estarão liberados para a execução dos serviços os profissionais capacitados, devidamente orientados e com equipamentos de proteção e ferramental apropriado.

a) Sinalização

Deverá ser sinalizado o local de trabalho para que haja o isolamento da mesma a pessoas não relacionadas ao mesmo.

Os equipamentos e dispositivos de sinalização serão utilizados para delimitar a área de trabalho e/ou canteiros de obras e para diferenciar os equipamentos energizados dos não energizados.

Equipamentos a serem utilizados:

_ Fita plástica refletivas (cor alaranjada);

_ Bandeiras plásticas refletivas (cor alaranjada);

_ Bandeiras imantadas refletivas (cor alaranjada);

_ Cones;

_ Grades.

Para se fazer a sinalização em transformadores, disjuntores, pára-raios e banco de capacitores a área de trabalho deverá ser delimitada por fita plástica refletiva, fixada nas estruturas e/ou apoiada em cones, deixando-se um corredor de acesso.

A sinalização em conjuntos blindados tem por objetivo indicar o local/área onde há perigo.

A sinalização de painéis de comando quando instalado à distância, deverá ser sinalizado com bandeiras em função do equipamento impedido; procedimento este efetuado pela operação.

A sinalização em seccionadores e barramentos aéreos por estarem acima do nível do solo deverão ser feitas após o aterramento.

Para se fazer a sinalização em seccionadores devemos:

_ Delimitar a área de trabalho, ao nível do solo, com fita plástica refletiva, de cor alaranjada, apoiada em cones ou estruturas adjacentes, deixando-se um corredor de acesso;

_ Delimitar a área ao nível dos contatos principais do seccionador, colocando bandeiras plásticas refletivas de cor alaranjada, fixadas nos extremos das estruturas que sustentam o seccionador.

_ Os demais seccionadores envolvidos que foram abertos durante as manobras para impedimento, deverão ser sinalizados com bandeiras de cor alaranjada no mecanismo e comando de acionamento, além de bloqueados elétrica e mecanicamente;

_ Os disjuntores envolvidos que foram desligados durante as manobras para impedimento deverão ser sinalizados com bandeiras de cor alaranjada no seu comando de acionamento, no painel de manobra, além de ter bloqueada a sua alimentação de corrente contínua.

Para a sinalização em barramento aéreo deve-se:

_ Delimitar a área de trabalho, ao nível de solo, com fita plástica refletiva cor alaranjada apoiada em cones ou estruturas do barramento, deixando-se um corredor de acesso;

_ Todos os varões dos seccionadores e os disjuntores do barramento deverão ser sinalizados com bandeiras cor alaranjada além de bloqueados elétrica e mecanicamente durante o impedimento.

A sinalização em áreas com obras civis deve ser sinalizada com fita plástica refletiva de cor alaranjada, apoiada em cones ou estrutura adjacente, deixando-se um corredor de acesso. Nos

serviços que impliquem em abertura de tampões de caixas subterrâneas, o local deve ser sinalizado com cones ou grades.

b) Inspeções de áreas, serviços, ferramental e equipamento.

Inspeção de área

Deverá ser inspecionada a área quanto a limpeza, e visando manter a integridade das instalações e pessoas, tomando assim os procedimentos cabíveis, deverá ser verificado também a influência dos serviços a pessoas externas ao mesmo.

Serviços

Os mesmos devem ser executados mediante planejamento criterioso, verificando-se o grau de conhecimento dos envolvidos, ferramental e equipamentos de proteção adequados. Deve-se sempre executar os testes elétricos referente ao trabalho executado antes da colocação em serviço dos mesmos.

Por exemplo:

Serviço – substituição de isolador

Após a substituição do isolador deverá proceder ao devido teste de isolação do mesmo, constatando-se a eficiência do isolador quanto ao quesito, o mesmo estará pronta para voltar a ser utilizado.

Ferramental e equipamentos

As ferramentas e equipamentos para execução dos trabalhos têm que ser os apropriados a execução dos mesmos e devem ser utilizados obedecendo-se as seguintes instruções:

· Verificar se as ferramentas normais estão eletricamente isoladas, principalmente aquelas destinadas a serviços em instalações elétricas sob tensão;

· É expressamente proibido efetuar qualquer alteração, descaracterização ou improvisação nas ferramentas adequadas a cada tarefa;

· Utilizar as ferramentas adequadas a cada tarefa;

· Vistoriar as ferramentas e solicitar a sua imediata substituição quando da constatação de defeitos (lascas, rachaduras, encaixes incorretos, etc.)

· Comunicar ao responsável pela equipe ou pelo serviço a ocorrência de mau desempenho da ferramenta para providências;

· Efetuar a subida ou descida de ferramentas através de carretilha ou corda, sendo proibido transportá-las no cinturão de segurança ou jogá-las, devendo as mesmas ser transportadas em sacola apropriada;

· Proteger as ferramentas cortantes com capa de couro ou material similar;

· Manter as ferramentas não utilizadas na sacola e nunca sobre estruturas ou equipamentos;

· Nunca se posicionar embaixo das ferramentas e equipamentos que estão sendo içados ou arriados.

Processo de reenergização

O estado de instalação desenergizado deve ser mantido até a autorização para reenergização, devendo ser reenergizada respeitando a seqüência dos procedimentos abaixo:

a) Retirada de todas as ferramentas, equipamentos e utensílios;

b) Retirada da zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de energização;

c) Remoção da sinalização de impedimento de energização;

d) Remoção do aterramento temporário da equipotencialização e das proteções adicionais;

e) Destravamento se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento.

Observação

As medidas constantes acima de desenergização e reenergização podem ser alteradas, substituídas, ampliadas ou eliminadas, em função das peculiaridades de cada situação, por profissional legalmente habilitado, mediante justificativa técnica formalizada, desde que seja mantido o mesmo nível de segurança originalmente preconizado.

Documentação de instalações elétricas

Todas as empresas estão obrigadas a manter diagramas unifilares das instalações elétricas com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

Deve-se ser mantido atualizados os diagramas unifilares das instalações elétrica com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamento e dispositivos de proteção.

Os estabelecimentos com potência instalados igual ou superior a 75kVA devem constituir Prontuário de Instalações Elétrica, de forma a organizar o Memorial contendo, no mínimo :

a) os diagramas unifilares, os sistemas de aterramento e as especificações dos dispositivos de proteção das instalações elétricas;

b) elaborar relatório de auditoria de conformidade a NR-10 com recomendações e cronogramas de adequação, visando o controle de risco elétrico;

c) Descrever o conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a NR-10 e descrição das medidas de controle existente;

d) Manter documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas;

e) Especificar os equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental aplicável, conforme determinada a NR-10;

f) Manter documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos profissionais e dos treinamentos realizados;

g) Manter certificações de materiais e equipamentos utilizados em área classificadas.

As empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência ou nas suas proximidades devem acrescentar ao prontuário os documentos relacionados anteriormente e os a seguir listados:

a) descrição dos procedimentos de ordem geral para contingências não previstas;

b) certificados dos equipamentos de proteção coletiva e individual;

O prontuário de instalações elétricas deve ser organizado e mantido pelo empregador ou por pessoa formalmente designada pela empresa e deve permanecer á disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviço em eletricidade.

O prontuário de instalação elétrica deve ser revisado e atualizado sempre que ocorrem alterações nos sistemas elétricos.

Os documentos previsto no prontuário de instalações elétricas devem ser elaborados por profissionais legalmente habilitados.

No interior das subestações deverão estar disponível em local acessível, um esquema geral da instalação.

Toda a documentação deve ser em língua portuguesa, sendo permitido o uso de língua estrangeira adicionais.

Riscos adicionais

São considerados como riscos adicionais elétricos, as situações impostas pelo meio que venham a agravar as conseqüências dos acidentes elétricos, ou propiciar os mesmos.

Classificação dos Riscos adicionais:

1) Altura

Nos trabalhos com energia elétrica em alturas devemos seguir as instruções relativas a segurança descritas abaixo:

· É obrigatório o uso do cinturão de segurança e do capacete com jugular.

· Quando estiverem sendo executados trabalhos em estruturas ou equipamentos acima do solo havendo condutores e outros equipamentos sob tensão próximos, deve ser designados um ou mais observadores a fim de prevenir qualquer descuido de seus companheiros.

· O observador deve estar devidamente instruído sobre o serviço a ser executado e dedicar-se exclusivamente á observação, devendo ser substituído após determinado espaço de tempo, a critério do responsável pelo serviço.

Quando for imprescindível o uso de andaimes tubulares metálicos em estações, eles deverão:

· Respeitar as distâncias de segurança, principalmente durante as operações de montagem e desmontagem;

· Estar aterrados;

· Ter as tábuas da(s) plataforma(s) com, no mínimo, uma polegada de espessura, estarem travadas e nunca ultrapassar o andaime;

· Ter base com sapatas;

· Ter guarda-corpo de noventa centímetros de altura em todo o perímetro com vãos máximos de trinta centímetros;

· Ter cinturão de segurança tipo pára-quedas para alturas iguais ou superiores a dois metros;

· Ter estais a partir de três metros e a cada cinco metros de altura;

Manuseio de escada simples e de extensão :

· As escadas são equipamentos auxiliares para serviços acima do solo;

· As escadas de madeiras não devem Ter qualquer parte metálica nas extremidades, bem como devem ser pintadas na parte inferior com faixas de sinalização até a altura de 2 metros.

Uso e conservação:

· Inspecione visualmente antes de usá-las, a fim de verificar se apresentam rachaduras, degraus com jogo ou soltos, cordas desajustadas, montantes descolados etc.

· As escadas, com qualquer irregularidade, devem ser entregues ao superior imediato para reparos ou trocas.

· As escadas devem ser manuseadas sempre com luvas.

· Limpe sempre a sola do calçado antes de subir escada.

· Transportar em veículos, colocando-as com cuidado nas gavetas ou nos ganchossuportes, devidamente amarradas.

· Ao subir ou descer, conserve-se de frente para a escada, segurando firmemente os montantes.

· Trabalhar somente após a escada estar firmemente amarrada, utilizando o cinto de segurança, e com os pés apoiados sobre os degraus da mesma.

· As escadas devem ser conservadas com óleo de linhaça e suas partes metálicas com graxa.

· Não devem ser transportadas por apenas um homem, pois, o peso é excessivo e o equilíbrio difícil.

· Cuidado ao atravessar as vias públicas, observando que a escada deverá ser conduzida paralelamente ao meio fio.

· Instalar a escada de modo que a distância entre o suporte e o pé da escada seja aproximadamente ¼ de comprimento da escada.

· Antes de subir ou descer a escada. Exija um companheiro ao pé da mesma segurando-a . Somente dispense-o após amarrar a escada.

· Instalar a escada usando o pé direto para o apoio e a mão fechando por cima do degrau, verificando o travamento da extensão.

· Não podendo amarrar a escada (fachada de prédio), manter o companheiro no pé da mesma, segurando-a.

2) Ambientes confinados

Nas atividades que exponham os trabalhadores a riscos de asfixia, explosão, intoxicação e doenças do trabalho devem ser adotadas medidas especiais de proteção, a saber:

a) Treinamento e orientação para os trabalhadores quanto aos riscos a que estão submetidos, a forma de preveni-los e o procedimento a ser adotado em situação de risco;

b) Nos serviços em que se utilizem produtos químicos, os trabalhadores não poderão realizar suas atividades sem a utilização de EPI adequado;

c) A realização de trabalho em recintos confinados deve ser precedida de inspeção prévia e elaboração de ordem de serviço com os procedimentos a serem adotados;

d) Monitoramento permanente de substância que cause asfixia, explosão e intoxicação no interior de locais confinados realizados por trabalhador qualificado sob supervisão de responsável técnico;

e) Proibição de uso de oxigênio para ventilação de local confinado;

f) ventilação local exaustora eficaz que faça a extração dos contaminantes e ventilação geral que execute a insuflação de ar para o interior do ambiente, garantindo de forma permanente a renovação contínua do ar;

g) Sinalização com informação clara e permanente durante a realização de trabalhos no interior de espaços confinados;

h) Uso de cordas ou cabos de segurança e armaduras para amarração que possibilitem meios seguros de resgates;

i) Acondicionamento adequado de substâncias tóxicas ou inflamáveis utilizadas na aplicação de laminados, pisos, papéis de parede ou similares;

j) A cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores, 2 (dois) deles devem ser treinados para resgate;

k) Manter ao alcance dos trabalhadores ar mandado e/ou equipamento autônomo para resgate;

l) No caso de manutenção de tanque, providenciar desgaseificação prévia antes da execução do trabalho.

3) Áreas classificadas

Ambientes de alto risco

São considerados ambientes de alto risco, aqueles nos quais existe a possibilidade de termos vazamento de gases inflamáveis em situação de funcionamento normal devido a razões diversas como por exemplo: desgaste ou deterioração de equipamentos. Tais áreas, também chamadas de ambientes explosivos, são classificadas conforme normas internacionais e, de acordo com a classificação, exigem a instalação de equipamentos e/ou interfaces que atendam às exigências prescritas nas mesmas. As áreas classificadas normalmente cobrem uma zona cuja fronteira é onde o gás ou gases inflamáveis estarão tão diluídos ou dispersos que não poderão apresentar perigo de explosão ou combustão.

Segundo as recomendações da IEC 79-10 são classificadas as áreas nos seguintes critérios:

Zona 0 : área na qual uma mistura de gás/ar, potencialmente explosiva, está presente continuamente ou por grandes períodos de tempo;

Zona 1 : área na qual a mistura gás/ar, potencialmente explosiva, pode estar presente durante o funcionamento normal do processo;

Zona 2 : área na qual uma mistura de gás/ar potencialmente explosiva, não está normalmente presente. Caso esteja, será curtos períodos de tempo.

É evidente que, um equipamento instalado dentro de uma área classificada, também deve ser classificado, e esta é baseada na temperatura superficial máxima que o mesmo possa alcançar em funcionamento normal ou em caso de falha. A EN 50.014 que especifica a temperatura superficial máxima em 6 níveis, assumindo como temperatura ambiente de referência 40ºC . Assim temos :

Temperatura superficial máxima

T1 450ºC;

T2 300ºC;

T3 200ºC;

T4 135ºC;

T5 100ºC;

T6 85ºC;

Para exemplificar : um equipamento classificado como T3, pode ser utilizado em ambientes cujos gases possuem temperatura de combustão superior a 200º C. Para diminuirmos o risco de uma explosão, podemos adotar diversos métodos; um deles é eliminarmos um dos elementos do triângulo do fogo: temperatura, oxigênio e combustível; ou através de uma das três alternativas a seguir:

Contenção da explosão: na verdade, este é o único método que permite que haja a explosão porque a mesma fica confinada em um ambiente bem definido e não pode propagar-se para a atmosfera do entorno.

Segregação: é o método que permite separar ou isolar fisicamente as partes elétricas ou as superfícies quentes da mistura explosiva.

Prevenção: através deste método, se limita a energia, seja térmica ou elétrica, a níveis não perigosos. A técnica de segurança intrínseca é a mais empregada deste método de proteção e também a mais efetiva. O que se faz é limitar a energia armazenada em circuitos elétricos de modo a torná-los totalmente incapazes, tanto em condições normais de operação quanto em situações de falha, de produzirem faíscas elétricas, ou gerarem arcos voltaicos que possam causar a explosão.

As industrias que processam produtos que em alguma de suas fases se apresentem na forma de pó, são indústrias de alto potencial de risco quanto a incêndios explosões, e devem, antes de sua implantação, efetuar uma análise acurada dos mesmos e tornar as precauções cabíveis, pois na fase de projeto as soluções são mais simples e econômicas, porém as indústrias já implantadas, com o auxílio de um profissional competente, poderão equacionar razoavelmente bem os problemas, minorando os riscos inerentes. Abaixo, citamos algumas atividades industriais reconhecidamente perigosas quanto aos riscos de incêndios e explosões.

· Indústrias de beneficiamento de produtos agrícolas ;

· Indústrias fabricantes de rações animais;

· Indústrias alimentícias;

· Indústrias metalúrgicas;

· Indústrias farmacêuticas;

· Indústrias plásticas;

· Indústrias de beneficiamento de madeira;

· Indústrias do carvão.

Instalações elétricas em ambientes explosivos

As instalações e serviços de eletricidade devem ser projetados, executados, operados, mantidos, reformados e ampliados, de formados e ampliados, de forma a permitir a adequada distribuição de energia e isolamento, correta proteção contra fugas de corrente, curtos-circuitos, choques elétricos e outros riscos.

Os cabos e condutores de alimentação elétrica utilizados devem ser certificados por um organismo de certificação, credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

Os locais de instalação de transformadores e capacitores, seus painéis e respectivos dispositivos de operação devem atender aos seguintes requisitos:

a) Ser ventilados e iluminados ou projetados e construídos com tecnologia adequada para operação em ambientes confinados;

b) Ser construídos e ancorados de forma segura;

c) Ser devidamente protegidos e sinalizados, indicando zona de perigo, de forma a alertar que o acesso é proibido a pessoas não autorizadas;

d) Não ser usados para outras finalidades diferentes daquelas do projeto elétrico e;

e) Possuir extintores portáteis de incêndio, adequados à classe de risco, localizados na entrada ou nas proximidades e, em subsolo, montante do fluxo de ventilação.

Os cabos, instalação e equipamentos elétricos devem ser protegidos contra impactos, água e influência de agentes químicos, observando-se suas aplicações, de acordo com as especificações técnicas.

Os serviços de manutenção ou reparo de sistemas elétricos só podem ser executados com o equipamento desligado, etiquetado, bloqueado e aterrado, exceto se forem:

a) Utilizadas técnicas adequadas para circuitos energizados;

b) Utilizadas ferramentas e equipamentos adequadas à classe de tensão; e

c) Tomadas precauções necessárias para a segurança dos trabalhadores.

O bloqueio durante as operações de manutenção e reparo de instalações elétricas deve ser realizado utilizando-se de cadeado e etiquetas sinalizadoras, fixadas em local visível, contendo, no mínimo as seguintes indicações:

Horário e data do bloqueio;

a) Motivo da manutenção e

b) Nome do responsável pela operação.

Os equipamentos e máquinas de emergência, destinados a manter a continuidade do fornecimento de energia elétrica e as condições de funcionamento.

Redes elétricas, transformadores, motores, máquinas e circuitos elétricos, devem estar equipados com dispositivos de proteção automáticos, para os casos de curto-circuito, sobrecarga, queda de fase e fugas de corrente.

Os fios condutores de energia elétrica instalados no teto de galerias para alimentação de equipamentos e protegidos contra contatos acidentais.

Os sistemas de recolhimento automático de cabos alimentadores de equipamentos elétricos móveis devem ser eletricamente solidários à carcaça do equipamento principal.

Os equipamentos elétricos móveis devem ter aterramento adequadamente dimensionado.

Em locais com ocorrência de gases inflamáveis e explosivos, as tarefas de manutenção elétrica devem ser realizadas sob o controle de um supervisor, com a rede de energia desligada e chave de acionamento bloqueada, monitorando-se a concentração dos gases.

Os terminais energizados dos transformadores devem ser isolados fisicamente por barreiras ou outros meios físicos, a fim de evitar contatos acidentais Toda instalação, carcaça, invólucro, blindagem ou peça condutora, mas que possam armazenar energia estática com possibilidade de gerar fagulhas ou centelhas, devem ser aterradas.

As malhas, os pontos de aterramento e os pára-raios devem ser revisados periodicamente e os resultados registrados.

A implantação, operação e manutenção de instalações elétricas devem ser executadas somente por pessoa qualificada, que deve receber treinamento continuado em manuseio e operação de equipamentos de combate a incêndios e explosões, bem como para prestação de primeiros socorros a acidentados.

Trabalhos em condições de risco acentuado deverão ser executados por duas pessoas qualificadas, salvo critério do responsável técnico.

Durante a manutenção de maquinas ou instalações elétricas, os ajustes e as características dos dispositivos de segurança não devem ser alterados, prejudicando sua eficácia.

Trabalhos em redes elétricas entre dois ou mais pontos sem possibilidade de contato Visual entre os operadores somente podem ser realizados com comunicação por meio de rádio ou outro sistema de comunicação, que impeça a energização acidental. As instalações elétricas, com possibilidade de contato com água, devem ser projetadas, executadas e mantidas com especial cuidado quanto à blindagem, estanqueidade, isolamento, aterramento e proteção contra falhas elétricas.

Os trechos e pontos de tomada de força de rede elétrica em desuso devem ser desenergizados, marcados e isolados ou retirada quando não forem mais utilizados.

Em locais sujeitos a emanações de gases explosivos e inflamáveis, as instalações elétricas serão à prova de explosão.

4) Condições Atmosféricas, Umidade e Descargas Atmosféricas Umidade;

Devemos considerar que todo o trabalho em equipamentos energizados só devem ser iniciados com boas condições meteorológicas, não sendo assim permitidos os trabalhos sob chuva, neblina densa ou ventos.

Podemos determinar a condição de umidade favorável ou não com a utilização de termohigrômetro ou umedecendo-se levemente com um pano úmido a superfície de um bastão de manobra e aguardar durante aproximadamente 5 minutos, desaparecendo a película de umidade, há condições seguras à execução dos serviços.

Como visto em estudos anteriormente sabemos que a existência de umidade no ar propicia a diminuição da capacidade disruptiva do ar, aumentando assim o risco de acidentes elétricos.

Devemos levar em consideração também que, os equipamentos isolados a óleo não devem ser abertos em condições de umidade elevada, pois o óleo isolante pode absorver a umidade do ar, comprometendo assim, suas características isolantes.

Descargas Atmosféricas (Raios)

Mecanismo

Devido a longos períodos de estiagem, as chuvas que começam a cair são normalmente acompanhadas de tempestades, sendo originadas as mesmas a partir do aquecimento do solo pelos raios solares que fazem o ar quente subir, carregando com este as partículas de vapor, ou do encontro de uma massa de ar frio com uma massa de ar quente.

O raio é um fenômeno de natureza elétrica sendo produzido por nuvens do tipo “cumulunimbus” que tem formato parecido com uma bigorna e chegam a Ter 12 Km de altura e vários quilômetros de diâmetro. As tempestades com trovoadas se verificam quando certas condições particulares (temperatura, pressão, umidade do ar, velocidade do vento, etc.), fazem com que determinado tipo de nuvem se torne eletricamente carregada internamente. O mecanismo de auto produção de cargas elétricas vai aumentando de tal modo que dá origem a uma onda elétrica (raio), que partirá da base da nuvem em direção ao solo, buscando locais de menor potencial, definindo assim uma trajetória ramificada e aleatória. Esta primeira onda caracteriza o choque líder que define sua posição de queda entre 20 a 100m do solo.

A partir deste estágio, o primeiro choque do raio deixou um canal ionizado entre a nuvem e o solo que dessa forma permitirá a passagem de uma avalanche de cargas com corrente de pico em torno de 20.000 Ampères.

Após esse segundo choque violento das cargas elétricas passando pelo ar, provocam o aquecimento deste meio, até 30.000 o C, provocando assim a expansão do ar (Trovão). Neste processo os elétrons retirados das moléculas de ar, retornam, fazendo com que a energia seja devolvida sob a forma de (Relâmpago). As descargas atmosféricas podem ser ascendentes (da terra paras a nuvem) ou descendentes (da nuvem para a terra) ou ainda entre nuvens.

Com o intuito de evitarmos falsas expectativas ao sistema de proteção contra descargas atmosféricas devemos fazer os seguintes esclarecimentos:

· O raio é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível tanto em relação ás suas características elétricas como em relação aos efeitos destruidores decorrentes de sua incidência sobre as edificações, as pessoas ou animais.

· Nada em termos práticos pode ser feito para impedir a “queda” de uma descarga em uma determinada região. Assim sendo, as soluções aplicadas buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores a partir de instalações adequadas de captação e de condução segura da descarga para a terra.

· A incidência de raios é maior em solos maus condutores do que em solos condutores de eletricidade, pois nos solos maus condutores, na existência de nuvens carregadas sobre o mesmo, cria-se por indução no terreno cargas positivas, onde temos a nuvem funcionando como

placa negativa e o solo com placa positiva e o ar, natural úmido e às vezes ionizado servindo como um isolante de baixo poder dielétrico, propiciando assim a existência de raios.

Sobretensões transitórias

Uma raio ao cair na terra, pode provocar grandes efeitos de destruição, devido ao alto valor de sua corrente elétrica que gera intensos campos eletromagnéticos, calor, etc.

Além dos danos causados diretamente pela corrente elétrica e pelo intenso calor, o raio pode provocar sobretensões em redes de energia elétrica, em redes de telecomunicações, de TV a cabo, antenas parabólicas, redes de transmissão de dados etc.

Essa sobretensão é denominada Sobretensão Transitória.

Por sua vez, as Sobretensões Transitórias podem chegar até as instalações elétricas internas ou de telefonia, de TV a cabo ou de qualquer unidade consumidora.

Os seus efeitos, além de poder causar danos a pessoas e animais podem:

· Provocar a queima total ou parcial de equipamentos elétricos ou danos à própria instalação elétrica interna e telefônica entre outras;

· Reduzir a vida útil dos equipamentos;

· Provocar enormes perdas, com a parada de equipamentos, etc.

As Sobrecorrentes Transitórias originadas de descargas atmosféricas podem ocorrer de dois modos:

· Descarga Direta: o raio atinge diretamente uma rede elétrica ou telefônica. Neste caso, o raio tem um efeito devastador, gerando elevados valores de sobretensões sobre os diversos circuitos.

· Descarga Indireta: o raio caindo a uma distância de até 1 quilômetro de uma rede elétrica. A sobretensão gerada é de menor intensidade do que provocada pela descarga direta, mas pode causar sérios danos. Essa sobretensão induzida acontece quando uma parte da energia do raio é transferida através de um acoplamento eletromagnético com uma rede elétrica.

A grande maioria das Sobretensões Transitórias de origem atmosféricas que causam danos a equipamentos, são ocasionadas pelas descargas indiretas.

Medidas Preventivas

Evitar a execução de serviços em equipamentos e instalações elétricas internas e externas.

· Nunca procurar abrigo sob árvores ou construções isoladas sem sistemas de proteção atmosférica adequados.

· Não entre em rios ,lagos , piscinas guardando uma distância segura dos mesmos.

· Procure abrigo em instalações seguras, jamais ficando ao relento.

· Caso não encontre abrigo, procure não se movimentar, e se possível ficar agachado, evitando assim o efeito das pontas.

· Evitar o uso de telefones, a não ser que seja sem fio.

· Evitar ficar próximo de tomadas e canos, janelas e portas metálicas.

· Evitar tocar em qualquer equipamento elétrico ligado a rede elétrica.

· Evitar locais de extremamente perigosos como: topos de morros, topos de prédios, proximidade de cercas de arame, torres, linhas telefônicas, linhas aéreas.

Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas

As medidas utilizadas para minimizar as conseqüências das descargas atmosféricas tem como principio a criação de caminhos de baixa resistência a terra escoando à mesma as correntes elétricas dos raios.

Temos como principais componentes de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas:

· Terminais Aéreos – conhecidos como pára-raios, eles são hastes montados em bases instaladas acima do ponto mais alto das edificações com o objetivo de propiciar um caminho mais fácil para os relâmpagos que venham a incidir na edificação, sendo geralmente interligados através de condutores horizontais.

· Condutores de descida - cabos que conectam os terminais aéreos aos terminais de aterramento.

· Terminais de Aterramento – Condutores que servem para conectar os cabos de descida ao solo. Sendo os mesmos constituídos usualmente de cabos e hastes enterradas no solo, propiciando uma baixa resistência a terra, sendo a mesma dependente das características do solo.

· Condutores de Ligação Equipontecial - Visam a interligação do sistema de aterramento com os outros sistemas de aterramento da edificação, impedindo assim a existência de diferenças de potenciais entre os elementos interligados, como visto no capítulo sobre equipotencialização, todos as partes metálicas da edificação, aterramentos de equipamentos, estruturas estruturais, sistema de proteção atmosférica, etc. devem ser interligadas a um mesmo referencial de terra.

· Supressores de Surto, Varistores, Pára-raios de Linha, Centelhados – São instalados em pontos de entrada de energia, cabos telefônicos e de dados, instrumentação industrial, etc.; com o intuito de proteger as instalações e equipamentos contra Sobrecorrentes Transitórias (Sobretensões), provocadas por descargas direta, indireta e manobras de equipamentos do sistema de alimentação elétrica.

Acidentes de origem elétrica

A segurança no trabalho é essencial para garantir a saúde e evitar acidentes nos locais de trabalho, sendo um item obrigatório em todos os tipos de trabalho.

Podemos classificar os acidentes de trabalho relacionando-os; com fatores humanos (atos inseguros), e com o ambiente (condições inseguras). Essas causas são apontadas como responsáveis pela maioria dos acidentes. No entanto, deve-se levar em conta que, às vezes, os acidentes são provocados pela presença de condições inseguras e atos inseguros ao mesmo tempo.

Atos Inseguros

Os atos inseguros são, geralmente, definidos como causas de acidentes do trabalho que residem exclusivamente no fator humano, isto é, aqueles que decorrem da execução das tarefas de forma contrária às normas de segurança. É a maneira como os trabalhadores se expõem (consciente ou inconscientemente) aos riscos de acidentes.

É falsa a idéia de que não se pode predizer nem controlar o comportamento humano.

Na verdade, é possível analisar os fatores relacionados com a ocorrência dos atos inseguros e controlá-los. Seguem-se alguns fatores que podem levar os trabalhadores a praticarem atos inseguros:

- Inadaptação entre homem e função por fatores constitucionais, por exemplo sexo, idade, tempo de reação aos estímulos, coordenação motora, agressividade, impulsividade, nível de inteligência, grau de atenção;
- Fatores circunstanciais: fatores que estão influenciando o desempenho indivíduo no momento, por exemplo problemas familiares, abalos emocionais, discussão com colegas, alcoolismo, estado de fadiga, doença, etc.;
- Desconhecimento dos riscos da função e/ou da forma de evitá-los. Estes fatores são na maioria das vezes causados por: seleção ineficaz, falhas de treinamento, falta de treinamento;
- Desajustamento: este fator é relacionado com certas condições específicas do trabalho, por exemplo problema com a chefia, problemas com os colegas, políticas salarial impróprias, política promocional imprópria, clima de insegurança;

Personalidade: fatores que fazem parte das características da personalidade do trabalhador e que se manifestam por comportamento impróprios, por exemplo o desleixado, o machão, o exibicionista, o desatento, o brincalhão.

Condições Inseguras

São aquelas que, presentes no ambiente de trabalho, colocam em riscos a integridade física e ou mental do trabalhador, devido à possibilidade do mesmo acidentar-se. Tais condições manifestam-se como deficiências técnicas, podendo apresentar-se:

- Na construção e instalações em que se localiza a empresa: áreas insuficientes, pisos fracos e irregulares, excesso de ruído e trepidações, falta de ordem e limpeza, instalações elétricas impróprias ou com defeitos, falta de sinalização;
- Na maquinaria: localização impróprias das máquinas, falta de proteção em partes móveis, pontos de agarramento e elementos energizados, máquinas apresentando defeitos;

- Na proteção do trabalhador: proteção insuficiente ou totalmente ausente, roupa e calçados impróprios, equipamentos de proteção com defeito (EPI's, EPC´s), ferramental defeituoso ou inadequado.

Causas Diretas de Acidentes com Eletricidade

Podemos classificar como causas diretas de acidentes elétricas, as propiciadas pelo contato direta por falha de isolação, podendo-se ainda as mesmas serem classificados, quanto ao tipo de contato físico com mesmo:

- Os contatos diretos, que consistem no contato com partes metálicas normalmente sob tensão (partes vivas).
- Os contatos indiretos, que consistem no contato com partes metálicas normalmente não energizadas (massas), mas que podem ficar energizadas devido a uma falha de isolamento. O acidente mais comum a que estão submetidas as pessoas, principalmente aquelas que trabalham em processos industriais ou desempenham tarefas de manutenção e operação de sistemas industriais, é o toque acidental em partes metálicas energizadas, ficando o corpo ligado eletricamente sob tensão entre fase e terra.
-

Causas indiretas de Acidentes Elétricos

Podemos classificar como causas indiretas de acidentes elétricos as originadas por descargas atmosféricas, tensões induzidas eletromagnéticas e tensões estáticas.

Descargas atmosféricas – causam sérias perturbações nas redes aéreas de transmissão e distribuição de energia elétrica, além de provocarem danos materiais nas construções atingidas por elas, sem contar os riscos de vida a que as pessoas e animais ficam submetidos.

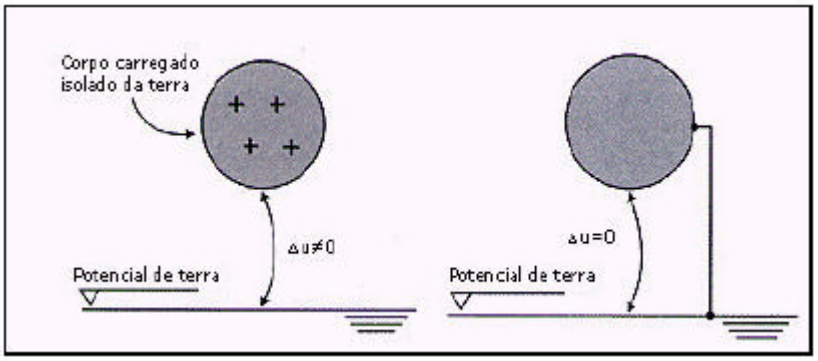
As descargas atmosféricas induzem surtos de tensão que chegam a centenas de kV . A fricção entre as partículas de água que formam as nuvens, provocada pelos ventos ascendentes de forte intensidade, dá origem a uma grande quantidade de cargas elétricas. Verifica-se experimentalmente que as cargas elétricas positivas ocupam a parte superior da nuvem, enquanto as cargas elétricas negativas se posicionam na parte inferior, acarretando conseqüentemente uma intensa migração de cargas positivas na superfície da terra para a área correspondente à localização da nuvem, desta forma, as nuvens têm uma característica bipolar.

A concentração de cargas elétricas positivas e negativas numa determinada região faz surgir uma diferença de potencial entre a terra e a nuvem. No entanto, o ar apresenta uma determinada rigidez dielétrica, normalmente elevada, que depende de certas condições ambientais. O aumento dessa diferença de potencial, que se denomina gradiente de tensão, poderá atingir um valor que supere a rigidez dielétrica do ar interposto entre a nuvem e a terra, fazendo com que as cargas elétricas migrem na direção da terra, num trajeto tortuoso e normalmente cheio de ramificações, cujo fenômeno é conhecido como descarga piloto. É de aproximadamente 1kV / mm o valor do gradiente de tensão para o qual a rigidez dielétrica do ar é rompida.

Tensão estática

Os condutores possuem elétrons livres e, portanto, podem ser eletrizados por indução.

Os isoladores, conhecidos também por dielétricos, praticamente não possuem elétrons livres. Será que eles podem ser eletrizados por indução, isto é, aproximando um corpo eletrizado, sem contudo tocá-los?



Normalmente, os centros de gravidade das massas dos elétrons e prótons de um átomo coincidem-se e localizam-se no seu centro. Quando um corpo carregado se aproxima desses átomos, há um deslocamento muito pequeno dos seus elétrons e prótons, de modo que os centros de gravidade destes não mais se coincidem, formando assim um dipolo elétrico.

Um dielétrico que possui átomos assim deformados (achatados) está eletricamente polarizado.

Tensões induzidas em linhas de transmissões de alta tensão Devido o atrito com o vento e com a poeira, e em condições seco, as linhas sofrem uma contínua indução que se somam as demais tensões presentes. As tensões estáticas crescem continuamente e após longo período de tempo podem ser relativamente elevadas.

Podemos ter tensões induzidas na linha devido ao acoplamento capacitivo e eletromagnético.

Se dois condutores ou um condutor e o potencial de terra, estiverem separados por um dielétrico e em potenciais diferentes surgirão entre ambos o efeito capacitivo Ao aterrarmos uma linha, as correntes, devido as tensões induzidas capacitivas e as tensões estáticas ao referencial de terra, são drenadas imediatamente. Todavia, existirão tensões de acoplamento capacitivo e eletromagnético induzidas pelos condutores energizados próximos à mesma.

Essa tensão é induzida por linha ou linhas energizadas que cruzam ou são paralelas á linha ou equipamento desenergizado no qual se trabalha.

Essa tensão é função da distância entre linhas, da corrente de carga das linhas energizadas, do comprimento do trecho onde há paralelismo ou cruzamento e da existência ou não de transposição nas linhas.

No caso de uma linha aterrada em apenas uma das extremidades, a tensão induzida eletromagneticamente terá seu maior vulto na extremidade não aterrada e se ambas as extremidades estiverem aterradas existirá uma corrente fluindo num circuito fechado com a terra.

Ao se instalar o aterramento provisório, uma corrente fluirá por seu intermédio, diminuindo a diferença de potencial existente e ao mesmo tempo jampeando a área de trabalho o que possibilita neste ponto uma maior segurança para o homem de manutenção.

Além disso, nos casos de circuito de alta-extra ou ultra-alta tensão, portanto com indução elevada, é recomendável a adoção de critérios que levem em conta o nível de tensão dos circuitos e a distância entre eles, o que poderá determinar se as outras medidas de segurança ainda deverão ser adotadas ou até mesmo se o trabalho deverá ser feito como em linha energizada.

Acidentes Elétricos

Desde a privatização do setor, em 1998, pelo menos 49 trabalhadores de firmas terceirizadas morreram em decorrência de acidentes de trabalho, muitos porque a rede elétrica fica ligada durante a execução do serviço. Os dados são da Federação Interestadual dos Trabalhadores em Empresas de telecomunicações (Fittel).

Atualmente, todo o serviço de manutenção de redes externas é terceirizado.

O auge dos acidentes fatais ocorreu nos últimos três anos, quando as operadoras Brasil Telecom, Telemar e Telefônica tiveram de cumprir o plano de antecipação de metas de expansão e qualidade, para poder operar em outros segmentos.

Estudo de casos

1) choque elétrico nos canteiros de obras tem sido apontado pelos especialistas da Fundacentro, como uma das principais causas de acidentes graves e fatais na industria da construção. O motivo é a falta de segurança nas instalações elétricas provisórias que expõem os trabalhadores a riscos.

Os canteiros de obras, precisam ter as instalações elétricas provisórias para fornecer energia para o uso de aparelhos na construção. Porém, elas são feitas de maneira precária, sem os cuidados adequados, resultando em ligações de vários equipamentos em uma única tomada, emenda de fios, fiação em mau estado e falta de aterramento elétrico apropriado.

Os choques são comuns desde a terraplanagem até a fase de acabamento da obra. O acidentado está exposto a vários riscos, como parada respiratória, queimaduras externas e internas, asfixia, problemas cardiovasculares e inclusive a morte.

2) Vigilante morre eletrocutado ao hastear bandeira no Recife Pernambuco – No Dia da Independência do Brasil, um homem morreu eletrocutado ao hastear uma bandeira no centro de Recife, nesta terça-feira pela manhã.

O acidente ocorreu quando o vigilante Laércio Honorato da Silva, e 43 anos, e funcionário da Nordeste Vigilância de Valores foi hastear a bandeira de Pernambuco na agência Bradesco da Rua do Imperador, no bairro de Santo Antônio, por volta das 7 horas. O hasteamento é um procedimento de rotina no banco e cabe diariamente ao vigilante de plantão.

Laércio, que estava na varanda do primeiro andar, chegou a subir a bandeira do Brasil, mas, na hora de hastear a do Estado, o mastro tocou no fio de energia do poste, eletrocutando o vigilante. A descarga de energia arremessou o corpo do vigilante para a varanda, a 1,6 metro de distância do fio. Segundo o Instituto de Criminalística, o acidente foi uma fatalidade.

Fonte: JC On Line – 07/09/04.

3) Engenheiros condenados por acidente.

Folha de São Paulo – 28/04/1999

São Paulo – Dois engenheiros responsáveis pela instalação de enfeites de natal no Clube Paulistano, na zona oeste de São Paulo, em 1997, foram condenados a pagar 20 cestas básicas ao estudante Guilherme Orlando Günther, de 14 anos. O garoto recebeu um choque elétrico quando brincava próximo à piscina do clube. O acidente provocou danos cerebrais gravíssimos no estudante, que hoje nem sequer consegue tomar banho sem ajuda.

“Essa punição é ridícula”, reagiu o pai de Guilherme, Newton Günther. A decisão, da terceira Vara Criminal de São Paulo, absolve a diretoria do Clube Paulistano. Com base na Lei dos Juizados Especiais, a juíza Nidea Rita Coltro Sorci condenou os engenheiros elétricos ao pagamento das cestas básicas, porque ambos têm bons antecedentes.

Os dois colocaram os enfeites em uma palmeira perto de uma das piscinas do clube.

Encostado na palmeira tinha um andaime de ferro. A fiação da iluminação natalina, em contato com o andaime, eletrificou o garoto, que brincava com uma bola de tênis.

Guilherme teve parada cardiorespiratória, entrou em coma e permaneceu internado por quase dois meses.

4) Acidente de trabalho – Eletrocutados em SP.

Homens são eletrocutados ao limpar fachada de posto de gasolina.

Globo On – 09/06/2004.

São Paulo – Dois homens foram eletrocutados nesta terça-feira quando trabalhavam na limpeza da fachada de um posto de gasolina na avenida Bandeirantes, na zona sul da cidade. Com o choque, eles despencaram de uma altura de quase 10 metros. Eles foram levados para hospitais da região pelos bombeiros e policiais do helicóptero Águia. Um deles está internado em estado grave.

5) Rapaz morre eletrocutado em poste na Quinta.

Após pegar uma bola no Horto, Julio recebeu descarga por 3 minutos.

O Globo – 1998.

Julio César Dias Carneiro, de 18 anos, estudante de um curso técnico no SENAI de eletricidade morreu eletrocutado ontem à tarde. Ele passou por um buraco na grade entre a quadra e o Horto Botânico do Museu Nacional da Quinta da Boa Vista para pegar uma bola. Quando tentou voltar, segurou-se em um poste de ferro que estava eletrificado. Julio ficou por cerca de três minutos recebendo a descarga elétrica. Seu amigo Everaldo de Jesus tentou tirá-lo mas também levou um choque. Ele mesmo voltou e conseguiu puxá-lo com uma camisa, mas Júlio já estava morto.

Funcionários da Light e da Rio Luz estiveram no local e comprovaram que o poste se eletrificava quando um disjuntor do prédio do Horto era ligado. Eles não souberam dizer a intensidade do choque. Segundo os técnicos, o poste é de responsabilidade do Horto. O chefe da segurança, Paulo Sérgio, disse que o poste pertence ao órgão, mas eles não sabiam que ele estava eletrificado. Segundo ele, os meninos são alertados para não pular a grade.

6) Entre cabos telefônicos, a morte.

O Globo – 27/07/2003.

De 1998 a 2003, acidentes vitimaram 49 trabalhadores terceirizados em redes de telefonia fixa no país.

Rio, Brasília e Porto Alegre – Subir num poste para consertar ou instalar uma linha telefônica e morrer eletrocutado: esse foi o destino de funcionários de empresas terceirizadas de telefonia fixa nos últimos anos vítimas de acidentes.

Responsabilidades

Gerência Imediata

- Instruir e esclarecer a seus funcionários sobre as normas de segurança do trabalho e precauções relativas às peculiaridades dos serviços executados em Estações.
- Fazer cumprir as normas de segurança do trabalho a que estão obrigados todos os empregados, sem exceção.
- Designar somente pessoal devidamente habilitado para a execução de cada tarefa.
- Manter-se a para das alterações introduzidas nas normas de segurança do trabalho, transmitindo-as a seus funcionários.
- Estudar as causas dos acidentes e incidentes ocorridos e fazer cumprir as medidas que possam evitar sua repetição.
- Proibir a entrada de menores aprendizes em estações ou em áreas de risco.

Supervisores e Encarregados

- Instruir adequadamente os funcionários com relação às normas de segurança do trabalho.
- Certificar-se da colocação dos equipamentos de sinalização adequados antes do início de execução dos serviços.
- Orientar os integrantes de sua equipe quanto às características dos serviços a serem executados e quanto às precauções a serem observadas no seu desenvolvimento
- Comunicar à gerência imediata irregularidades observadas no cumprimento das normas de segurança do trabalho, inclusive quando ocorrerem fora de sua área de serviço.
- Advertir pronta e adequadamente os funcionários sob sua responsabilidade, quando deixarem de cumprir as normas de segurança de trabalho.
- Zelar pela conservação das ferramentas e dos equipamentos de segurança, assim como pela sua correta utilização.
- Proibir que os integrantes de sua equipe utilizem ferramentas e equipamentos inadequados ou defeituosos.
- Usar e exigir o uso de roupa adequada ao serviço.
- Manter-se a par das inovações introduzidas nas normas de segurança do trabalho, transmitindo-as aos integrantes de sua equipe.
- Providenciar prontamente os primeiros socorros para os funcionários acidentados e comunicar o acidente à gerência imediata, logo após sua ocorrência.
- Estudar as causas dos acidentes e incidentes ocorridos e fazer cumprir as medidas que possam evitar sua repetição.
- Conservar o local de trabalho organizado e limpo.
- Cooperar com as CIPA´s na sugestão de medidas de Segurança do Trabalho.
- Atribuir serviços somente à funcionários que estejam física e emocionalmente capacitados a executá-los e distribuir as tarefas de acordo com a capacidade técnica de cada um.

- Quando houver a interrupção dos serviços em execução, antes de seu reinicio devem ser tomadas precauções para verificação da segurança geral, como foi feita antes do início do trabalho.

Funcionários

- Observar as normas e preceitos relativos à segurança do trabalho e ao uso correto dos equipamentos de segurança.
- Utilizar os Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva.
- Alertar os companheiros de trabalho quando estes executarem os serviços de maneira incorreta ou atos que possam gerar acidentes.
- Comunicar imediatamente ao seu superior e aos companheiros de trabalho, qualquer acidente, por mais insignificante que seja, ocorrido consigo próprio, colegas ou terceiros, para que sejam tomadas as providências cabíveis.
- Avisar a seu superior imediato quando, por motivo de saúde, não estiver em condições de executar o serviço para o qual tenha sido designado.
- Observar a proibição da ocorrência de procedimentos que possam gerar riscos de segurança.
- Ingestão de bebidas alcoólicas ou uso de drogas antes do início, nos intervalos ou durante a jornada de trabalho.
- Brincadeiras em serviço.
- Porte de arma, excluindo-se os casos de empregados autorizados pela Administração da Empresa, em razão das funções que desempenham.
- Uso de objetos metálicos de uso pessoal, tais como: anéis, correntes, bota com biqueira de aço, isqueiros a gás, etc. no interior das Estações, afim de se evitar o agravamento das lesões em caso de acidente elétrico.
- Uso de relógios, exceto quando indispensável no desempenho de suas funções.
- Uso de guarda-chuvas no interior da Estação.
- Uso de aparelhos sonoros.

Acompanhantes

O funcionário encarregado de conduzir os visitantes pelas Estações deverá:

- Dar-lhes conhecimento das normas de segurança.
- Fazer com que se mantenham juntos de si.
- Alerta-lhes para que mantenham a distância adequada dos equipamentos, não os tocando.
- Fornecer-lhes EPI´s aplicáveis (capacetes, protetores auriculares, etc.)

Anexos

ANEXO A

D.O.U de 08/12/2004 – Seção I

NORMA REGULAMENTADORA Nº 10

SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

10.1- OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

10.1.1 Esta Norma Regulamentadora – NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

10.1.2 Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

10.2 - MEDIDAS DE CONTROLE

10.2.1 Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

10.2.2 As medidas de controle adotadas devem integrar-se às demais iniciativas da empresa, no âmbito da preservação da segurança, da saúde e do meio ambiente do trabalho.

10.2.3 As empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

10.2.4 Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo:

a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;

b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;

c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;

d) documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;

e) resultados dos testes de isolação elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;

f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas; e g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.

10.2.5 As empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência devem constituir prontuário com o conteúdo do item 10.2.4 e acrescentar ao prontuário os documentos a seguir listados:

a) descrição dos procedimentos para emergências; e

b) certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual;

10.2.5.1 As empresas que realizam trabalhos em proximidade do Sistema Elétrico de Potência devem constituir prontuário contemplando as alíneas “a”, “c”, “d” e “e”, do item 10.2.4 e alíneas “a” e “b” do item 10.2.5.

10.2.6 O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela empresa, devendo permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade.

10.2.7 Os documentos técnicos previstos no Prontuário de Instalações Elétricas devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado.

10.2.8 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO COLETIVA

10.2.8.1 Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

10.2.8.2 As medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica conforme estabelece esta NR e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança.

10.2.8.2.1 Na impossibilidade de implementação do estabelecido no subitem 10.2.8.2., devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como: isolação das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação, bloqueio do religamento automático.

10.2.8.3 O aterramento das instalações elétricas deve ser executado conforme regulamentação estabelecida pelos órgãos competentes e, na ausência desta, deve atender às Normas Internacionais vigentes.

10.2.9 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

10.2.9.1 Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de proteção individual específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR 6.

10.2.9.2 As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas.

10.2.9.3 É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades.

10.3 - SEGURANÇA EM PROJETOS

10.3.1 É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa.

10.3.2 O projeto elétrico, na medida do possível, deve prever a instalação de dispositivo de seccionamento de ação simultânea, que permita a aplicação de impedimento de reenergização do circuito.

10.3.3 O projeto de instalações elétricas deve considerar o espaço seguro, quanto ao dimensionamento e a localização de seus componentes e as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção.

10.3.3.1 Os circuitos elétricos com finalidades diferentes, tais como: comunicação, sinalização, controle e tração elétrica devem ser identificados e instalados separadamente, salvo quando o desenvolvimento tecnológico permitir compartilhamento, respeitadas as definições de projetos.

10.3.4 O projeto deve definir a configuração do esquema de aterramento, a obrigatoriedade ou não da interligação entre o condutor neutro e o de proteção e a conexão à terra das partes condutoras não destinadas à condução da eletricidade.

10.3.5 Sempre que for tecnicamente viável e necessário, devem ser projetados dispositivos de seccionamento que incorporem recursos fixos de equipotencialização e aterramento do circuito seccionado.

10.3.6 Todo projeto deve prever condições para a adoção de aterramento temporário.

10.3.7 O projeto das instalações elétricas deve ficar à disposição dos trabalhadores autorizados, das autoridades competentes e de outras pessoas autorizadas pela empresa e deve ser mantido atualizado.

10.3.8 O projeto elétrico deve atender ao que dispõem as Normas Regulamentadoras de Saúde e Segurança no Trabalho, as regulamentações técnicas oficiais estabelecidas, e ser assinado por profissional legalmente habilitado.

10.3.9 O memorial descritivo do projeto deve conter, no mínimo, os seguintes itens de segurança:

a) especificação das características relativas à proteção contra choques elétricos, queimaduras e outros riscos adicionais;

b) indicação de posição dos dispositivos de manobra dos circuitos elétricos: (Verde – "D", desligado e Vermelho - "L", ligado);

c) descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, de controle, de proteção, de intertravamento, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas, definindo como tais indicações devem ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações;

d) recomendações de restrições e advertências quanto ao acesso de pessoas aos componentes das instalações;

e) precauções aplicáveis em face das influências externas;

f) o princípio funcional dos dispositivos de proteção, constantes do projeto,

destinados à segurança das pessoas; e

g) descrição da compatibilidade dos dispositivos de proteção com a instalação elétrica.

10.3.10 Os projetos devem assegurar que as instalações proporcionem aos trabalhadores iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 – Ergonomia.

10.4 - SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO, MONTAGEM, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

10.4.1 As instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado, conforme dispõe esta NR.

10.4.2 Nos trabalhos e nas atividades referidas devem ser adotadas medidas preventivas destinadas ao controle dos riscos adicionais, especialmente quanto a altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança.

10.4.3 Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservandose as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.

10.4.3.1 Os equipamentos, dispositivos e ferramentas que possuam isolamento elétrico devem estar adequados às tensões envolvidas, e serem inspecionados e testados de acordo com as regulamentações existentes ou recomendações dos fabricantes.

10.4.4 As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes e definições de projetos.

10.4.4.1 Os locais de serviços elétricos, compartimentos e invólucros de equipamentos e instalações elétricas são exclusivos para essa finalidade, sendo expressamente proibido utilizá-los para armazenamento ou guarda de quaisquer objetos.

10.4.5 Para atividades em instalações elétricas deve ser garantida ao trabalhador iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 – Ergonomia, de forma a permitir que ele disponha dos membros superiores livres para a realização das tarefas.

10.4.6 Os ensaios e testes elétricos laboratoriais e de campo ou comissionamento de instalações elétricas devem atender à regulamentação estabelecida nos itens 10.6 e 10.7, e somente podem ser realizados por trabalhadores que atendam às condições de qualificação, habilitação, capacitação e autorização estabelecidas nesta NR.

10.5 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DESENERGIZADAS

10.5.1 Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados, obedecida a seqüência abaixo:

a) seccionamento;

b) impedimento de reenergização;

c) constatação da ausência de tensão;

d) instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;

e) proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada (Anexo I);

f) instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

10.5.2 O estado de instalação desenergizada deve ser mantido até a autorização para reenergização, devendo ser reenergizada respeitando a seqüência de procedimentos abaixo:

a) retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;

b) retirada da zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização;

c) remoção do aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais;

d) remoção da sinalização de impedimento de reenergização; e

e) destravamento, se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento.

10.5.3 As medidas constantes das alíneas apresentadas nos itens 10.5.1 e 10.5.2 podem ser alteradas, substituídas, ampliadas ou eliminadas, em função das peculiaridades de cada situação, por profissional legalmente habilitado, autorizado e mediante justificativa técnica previamente formalizada, desde que seja mantido o mesmo nível de segurança originalmente preconizado.

10.5.4 Os serviços a serem executados em instalações elétricas desligadas, mas com possibilidade de energização, por qualquer meio ou razão, devem atender ao que estabelece o disposto no item 10.6.

10.6 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ENERGIZADAS

10.6.1 As intervenções em instalações elétricas com tensão igual ou superior a 50 Volts em corrente alternada ou superior a 120 Volts em corrente contínua somente podem ser realizadas por trabalhadores que atendam ao que estabelece o item 10.8 desta Norma.

10.6.1.1 Os trabalhadores de que trata o item anterior devem receber treinamento de segurança para trabalhos com instalações elétricas energizadas, com currículo mínimo, carga horária e demais determinações estabelecidas no Anexo II desta NR.

10.6.1.2 As operações elementares como ligar e desligar circuitos elétricos, realizadas em baixa tensão, com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação, adequados para operação, podem ser realizadas por qualquer pessoa não advertida.

10.6.2 Os trabalhos que exigem o ingresso na zona controlada devem ser realizados mediante procedimentos específicos respeitando as distâncias previstas no Anexo I.

10.6.3 Os serviços em instalações energizadas, ou em suas proximidades devem ser suspensos de imediato na iminência de ocorrência que possa colocar os trabalhadores em perigo.

10.6.4 Sempre que inovações tecnológicas forem implementadas ou para a entrada em operações de novas instalações ou equipamentos elétricos devem ser previamente elaboradas análises de risco, desenvolvidas com circuitos desenergizados, e respectivos procedimentos de trabalho.

10.6.5 O responsável pela execução do serviço deve suspender as atividades quando verificar situação ou condição de risco não prevista, cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível.

10.7 - TRABALHOS ENVOLVENDO ALTA TENSÃO (AT)

10.7.1 Os trabalhadores que intervenham em instalações elétricas energizadas com alta tensão, que exerçam suas atividades dentro dos limites estabelecidos como zonas controladas e de risco, conforme Anexo I, devem atender ao disposto no item 10.8 desta NR.

10.7.2 Os trabalhadores de que trata o item 10.7.1 devem receber treinamento de segurança, específico em segurança no Sistema Elétrico de Potência (SEP) e em suas proximidades, com currículo mínimo, carga horária e demais determinações estabelecidas no Anexo II desta NR.

10.7.3 Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles executados no Sistema Elétrico de Potência – SEP, não podem ser realizados individualmente.

10.7.4 Todo trabalho em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aquelas que interajam com o SEP, somente pode ser realizado mediante ordem de serviço específica para data e local, assinada por superior responsável pela área.

10.7.5 Antes de iniciar trabalhos em circuitos energizados em AT, o superior imediato e a equipe, responsáveis pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança em eletricidade aplicáveis ao serviço.

10.7.6 Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT somente podem ser realizados quando houver procedimentos específicos, detalhados e assinados por profissional autorizado.

10.7.7 A intervenção em instalações elétricas energizadas em AT dentro dos limites estabelecidos como zona de risco, conforme Anexo I desta NR, somente pode ser realizada mediante a desativação, também conhecida como bloqueio, dos conjuntos e dispositivos de religamento automático do circuito, sistema ou equipamento.

10.7.7.1 Os equipamentos e dispositivos desativados devem ser sinalizados com identificação da condição de desativação, conforme procedimento de trabalho específico padronizado.

10.7.8 Os equipamentos, ferramentas e dispositivos isolantes ou equipados com materiais isolantes, destinados ao trabalho em alta tensão, devem ser submetidos a testes elétricos ou ensaios de laboratório periódicos, obedecendo-se as especificações do fabricante, os procedimentos da empresa e na ausência desses, anualmente.

10.7.9 Todo trabalhador em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles envolvidos em atividades no SEP devem dispor de equipamento que permita a comunicação permanente com os demais membros da equipe ou com o centro de operação durante a realização do serviço.

10.8 - HABILITAÇÃO, QUALIFICAÇÃO, CAPACITAÇÃO E AUTORIZAÇÃO DOS TRABALHADORES.

10.8.1 É considerado trabalhador qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino.

10.8.2 É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

10.8.3 É considerado trabalhador capacitado aquele que atenda às seguintes condições, simultaneamente:

a) receba capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado;

b) trabalhe sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

10.8.3.1 A capacitação só terá validade para a empresa que o capacitou e nas condições estabelecidas pelo profissional habilitado e autorizado responsável pela capacitação.

10.8.4 São considerados autorizados os trabalhadores qualificados ou capacitados e os profissionais habilitados, com anuência formal da empresa.

10.8.5 A empresa deve estabelecer sistema de identificação que permita a qualquer tempo conhecer a abrangência da autorização de cada trabalhador, conforme o item 10.8.4.

10.8.6 Os trabalhadores autorizados a trabalhar em instalações elétricas devem ter essa condição consignada no sistema de registro de empregado da empresa.

10.8.7 Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas devem ser submetidos à exame de saúde compatível com as atividades a serem desenvolvidas, realizado em conformidade com a NR 7 e registrado em seu prontuário médico.

10.8.8 Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas devem possuir treinamento específico sobre os riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e as principais medidas de prevenção de acidentes em instalações elétricas, de acordo com o estabelecido no Anexo II desta NR.

10.8.8.1 A empresa concederá autorização na forma desta NR aos trabalhadores capacitados ou qualificados e aos profissionais habilitados que tenham participado com avaliação e aproveitamento satisfatórios dos cursos constantes do ANEXO II desta NR.

10.8.8.2 Deve ser realizado um treinamento de reciclagem bienal e sempre que ocorrer alguma das situações a seguir:

a) troca de função ou mudança de empresa;

b) retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade, por período superior a três meses;

c) modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho.

10.8.8.3 A carga horária e o conteúdo programático dos treinamentos de reciclagem destinados ao atendimento das alíneas “a”, “b” e “c” do item 10.8.8.2 devem atender as necessidades da situação que o motivou.

10.8.8.4 Os trabalhos em áreas classificadas devem ser precedidos de treinamento especifico de acordo com risco envolvido.

10.8.9 Os trabalhadores com atividades não relacionadas às instalações elétricas desenvolvidas em zona livre e na vizinhança da zona controlada, conforme define esta NR, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

10.9 - PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E EXPLOSÃO

10.9.1 As áreas onde houver instalações ou equipamentos elétricos devem ser dotadas de proteção contra incêndio e explosão, conforme dispõe a NR 23 – Proteção Contra Incêndios.

10.9.2 Os materiais, peças, dispositivos, equipamentos e sistemas destinados à aplicação em instalações elétricas de ambientes com atmosferas potencialmente explosivas devem ser avaliados quanto à sua conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação.

10.9.3 Os processos ou equipamentos susceptíveis de gerar ou acumular eletricidade estática devem dispor de proteção específica e dispositivos de descarga elétrica.

10.9.4 Nas instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões, devem ser adotados dispositivos de proteção, como alarme e seccionamento automático para prevenir sobretensões, sobrecorrentes, falhas de isolamento, aquecimentos ou outras condições anormais de operação.

10.9.5 Os serviços em instalações elétricas nas áreas classificadas somente poderão ser realizados mediante permissão para o trabalho com liberação formalizada, conforme estabelece o item 10.5 ou supressão do agente de risco que determina a classificação da área.

10.10 - SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

10.10.1 Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR-26 – Sinalização de Segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

a) identificação de circuitos elétricos;

b) travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos;

c) restrições e impedimentos de acesso;

d) delimitações de áreas;

e) sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;

f) sinalização de impedimento de energização; e

g) identificação de equipamento ou circuito impedido.

10.11 - PROCEDIMENTOS DE TRABALHO

10.11.1 Os serviços em instalações elétricas devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, assinados por profissional que atenda ao que estabelece o item 10.8 desta NR.

10.11.2 Os serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço especificas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.

10.11.3 Os procedimentos de trabalho devem conter, no mínimo, objetivo, campo de aplicação, base técnica, competências e responsabilidades, disposições gerais, medidas de controle e orientações finais.

10.11.4 Os procedimentos de trabalho, o treinamento de segurança e saúde e a autorização de que trata o item 10.8 devem ter a participação em todo processo de desenvolvimento do Serviço Especializado de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT, quando houver.

10.11.5 A autorização referida no item 10.8 deve estar em conformidade com o treinamento ministrado, previsto no Anexo II desta NR.

10.11.6 Toda equipe deverá ter um de seus trabalhadores indicado e em condições de exercer a supervisão e condução dos trabalhos.

10.11.7 Antes de iniciar trabalhos em equipe os seus membros, em conjunto com o responsável pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas no local, de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança aplicáveis ao serviço.

10.11.8 A alternância de atividades deve considerar a análise de riscos das tarefas e a competência dos trabalhadores envolvidos, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

10.12 - SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

10.12.1 As ações de emergência que envolvam as instalações ou serviços com eletricidade devem constar do plano de emergência da empresa.

10.12.2 Os trabalhadores autorizados devem estar aptos a executar o resgate e prestar primeiros socorros a acidentados, especialmente por meio de reanimação cardio-respiratória.

10.12.3 A empresa deve possuir métodos de resgate padronizados e adequados às suas atividades, disponibilizando os meios para a sua aplicação.

10.12.4 Os trabalhadores autorizados devem estar aptos a manusear e operar equipamentos de prevenção e combate a incêndio existentes nas instalações elétricas.

10.13 - RESPONSABILIDADES

10.13.1 As responsabilidades quanto ao cumprimento desta NR são solidárias aos contratantes e contratados envolvidos.

10.13.2 É de responsabilidade dos contratantes manter os trabalhadores informados sobre os riscos a que estão expostos, instruindo-os quanto aos procedimentos e medidas de controle contra os riscos elétricos a serem adotados.

10.13.3 Cabe à empresa, na ocorrência de acidentes de trabalho envolvendo instalações e serviços em eletricidade, propor e adotar medidas preventivas e corretivas.

10.13.4 Cabe aos trabalhadores:

a) zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho;

b) responsabilizar-se junto com a empresa pelo cumprimento das disposições legais e regulamentares, inclusive quanto aos procedimentos internos de segurança e saúde; e

c) comunicar, de imediato, ao responsável pela execução do serviço as situações que considerar de risco para sua segurança e saúde e a de outras pessoas.

10.14 - DISPOSIÇÕES FINAIS

10.14.1 Os trabalhadores devem interromper suas tarefas exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico, que diligenciará as medidas cabíveis.

10.14.2 As empresas devem promover ações de controle de riscos originados por outrem em suas instalações elétricas e oferecer, de imediato, quando cabível, denúncia aos órgãos competentes.

10.14.3 Na ocorrência do não cumprimento das normas constantes nesta NR, o MTE adotará as providências estabelecidas na NR 3.

10.14.4 A documentação prevista nesta NR deve estar permanentemente à disposição dos trabalhadores que atuam em serviços e instalações elétricas, respeitadas as abrangências, limitações e interferências nas tarefas.

10.14.5 A documentação prevista nesta NR deve estar, permanentemente, à disposição das autoridades competentes.

10.14.6 Esta NR não é aplicável a instalações elétricas alimentadas por extrabaixa tensão.

GLOSSÁRIO

1. Alta Tensão (AT): tensão superior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

2. Área Classificada: local com potencialidade de ocorrência de atmosfera explosiva.

3. Aterramento Elétrico Temporário: ligação elétrica efetiva confiável e adequada intencional à terra, destinada a garantir a equipotencialidade e mantida continuamente durante a intervenção na instalação elétrica.

4. Atmosfera Explosiva: mistura com o ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, névoa, poeira ou fibras, na qual após a ignição a combustão se propaga.

5. Baixa Tensão (BT): tensão superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua e igual ou inferior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

6. Barreira: dispositivo que impede qualquer contato com partes energizadas das instalações elétricas.

7. Direito de Recusa: instrumento que assegura ao trabalhador a interrupção de uma atividade de trabalho por considerar que ela envolve grave e iminente risco para sua segurança e saúde ou de outras pessoas.

8. Equipamento de Proteção Coletiva (EPC): dispositivo, sistema, ou meio, fixo ou móvel de abrangência coletiva, destinado a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros.

9. Equipamento Segregado: equipamento tornado inacessível por meio de invólucro ou barreira.

10. Extra-Baixa Tensão (EBT): tensão não superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

11. Influências Externas: variáveis que devem ser consideradas na definição e seleção de medidas de proteção para segurança das pessoas e desempenho dos componentes da instalação.

12. Instalação Elétrica: conjunto das partes elétricas e não elétricas associadas e com características coordenadas entre si, que são necessárias ao funcionamento de uma parte determinada de um sistema elétrico.

13. Instalação Liberada para Serviços (BT/AT): aquela que garanta as condições de segurança ao trabalhador por meio de procedimentos e equipamentos adequados desde o início até o final dos trabalhos e liberação para uso.

14. Impedimento de Reenergização: condição que garante a não energização do circuito através de recursos e procedimentos apropriados, sob controle dos trabalhadores envolvidos nos serviços.

15. Invólucro: envoltório de partes energizadas destinado a impedir qualquer contato com partes internas.

16. Isolamento Elétrico: processo destinado a impedir a passagem de corrente elétrica, por interposição de materiais isolantes.

17. Obstáculo: elemento que impede o contato acidental, mas não impede o contato direto por ação deliberada.

18. Perigo: situação ou condição de risco com probabilidade de causar lesão física ou dano à saúde das pessoas por ausência de medidas de controle.

19. Pessoa Advertida: pessoa informada ou com conhecimento suficiente para evitar os perigos da eletricidade.

20. Procedimento: seqüência de operações a serem desenvolvidas para realização de um determinado trabalho, com a inclusão dos meios materiais e humanos, medidas de segurança e circunstâncias que impossibilitem sua realização.

21. Prontuário: sistema organizado de forma a conter uma memória dinâmica de informações pertinentes às instalações e aos trabalhadores.

22. Risco: capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde das pessoas.

23. Riscos Adicionais: todos os demais grupos ou fatores de risco, além dos elétricos, específicos de cada ambiente ou processos de Trabalho que, direta ou indiretamente, possam afetar a segurança e a saúde no trabalho.

24. Sinalização: procedimento padronizado destinado a orientar, alertar, avisar e advertir.

25. Sistema Elétrico: circuito ou circuitos elétricos inter-relacionados destinados a atingir um determinado objetivo.

26. Sistema Elétrico de Potência (SEP): conjunto das instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição, inclusive.

27. Tensão de Segurança: extra baixa tensão originada em uma fonte de segurança.

28. Trabalho em Proximidade: trabalho durante o qual o trabalhador pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representadas por materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule.

29. Travamento: ação destinada a manter, por meios mecânicos, um dispositivo de manobra fixo numa determinada posição, de forma a impedir uma operação não autorizada.

30. Zona de Risco: entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível inclusive acidentalmente, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados e com a adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho.

31. Zona Controlada: entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados.

ANEXO II

ZONA DE RISCO E ZONA CONTROLADA

Tabela de raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre.

Faixa de tensão Nominal da instalação elétrica em kV	*Rr - Raio de delimitação entre zona de risco e controlada em metros*	*Rc - Raio de delimitação entre zona controlada e livre em metros*
<1	*0,20*	*0,70*
≥1 e <3	*0,22*	*1,22*
≥3 e <6	*0,25*	*1,25*
≥6 e <10	*0,35*	*1,35*
≥10 e <15	*0,38*	*1,38*
≥15 e <20	*0,40*	*1,40*
≥20 e <30	*0,56*	*1,56*
≥30 e <36	*0,58*	*1,58*
≥36 e <45	*0,63*	*1,63*
≥45 e <60	*0,83*	*1,83*
≥60 e <70	*0,90*	*1,90*
≥70 e <110	*1,00*	*2,00*
≥110 e <132	*1,10*	*3,10*
≥132 e <150	*1,20*	*3,20*
≥150 e <220	*1,60*	*3,60*
≥220 e <275	*1,80*	*3,80*
≥275 e <380	*2,50*	*4,50*
≥380 e <480	*3,20*	*5,20*
≥480 e <700	*5,20*	*7,20*

Figura 1 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre

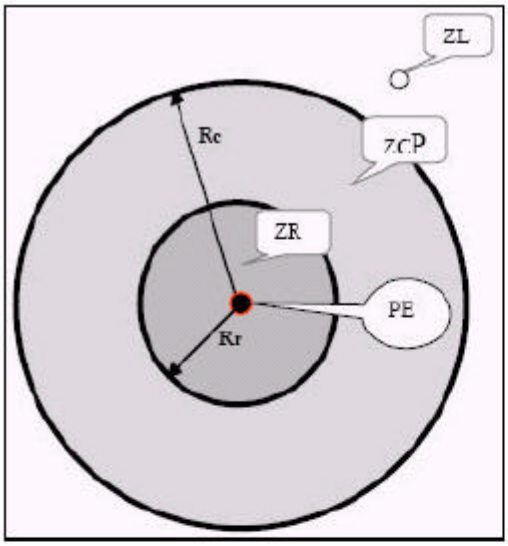
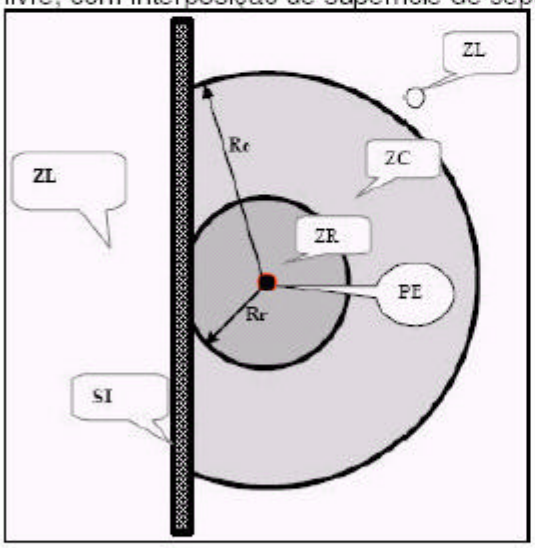


Figura 2 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre, com interposição de superfície de separação física adequada.



ZL = Zona livre

ZC = Zona controlada, restrita a trabalhadores autorizados.

ZR = Zona de risco, restrita a trabalhadores autorizados e com a adoção de técnicas, instrumentos e equipamentos apropriados ao trabalho.

PE = Ponto da instalação energizado.

SI = Superfície isolante construída com material resistente e dotada de todos dispositivos de segurança.

ANEXO III

TREINAMENTO

1. **CURSO BÁSICO – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE**

I - Para os trabalhadores autorizados: carga horária mínima – 40h:

Programação Mínima:

1. introdução à segurança com eletricidade.

2. riscos em instalações e serviços com eletricidade:

a) o choque elétrico, mecanismos e efeitos;

b) arcos elétricos; queimaduras e quedas;

c) campos eletromagnéticos.

3. Técnicas de Análise de Risco.

4. Medidas de Controle do Risco Elétrico:

a) desenergização.

b) aterramento funcional (TN / TT / IT); de proteção; temporário;

c) equipotencialização;

d) seccionamento automático da alimentação;

e) dispositivos a corrente de fuga;

f) extra baixa tensão;

g) barreiras e invólucros;

h) bloqueios e impedimentos;

i) obstáculos e anteparos;

j) isolamento das partes vivas;

k) isolação dupla ou reforçada;

l) colocação fora de alcance;

m) separação elétrica.

5. Normas Técnicas Brasileiras – NBR da ABNT: NBR-5410, NBR 14039 e outras;

6) Regulamentações do MTE:

a) NRs;

b) NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade);

c) qualificação; habilitação; capacitação e autorização.

7. Equipamentos de proteção coletiva.

8. Equipamentos de proteção individual.

9. Rotinas de trabalho – Procedimentos.

a) instalações desenergizadas;

b) liberação para serviços;

c) sinalização;

d) inspeções de áreas, serviços, ferramental e equipamento;

10. Documentação de instalações elétricas.

11. Riscos adicionais:

a) altura;

b) ambientes confinados;

c) áreas classificadas;

d) umidade;

e) condições atmosféricas.

12. Proteção e combate a incêndios:

a) noções básicas;

b) medidas preventivas;

c) métodos de extinção;

d) prática;

13. Acidentes de origem elétrica:

a) causas diretas e indiretas;

b) discussão de casos;

14. Primeiros socorros:

a) noções sobre lesões;

b) priorização do atendimento;

c) aplicação de respiração artificial;

d) massagem cardíaca;

e) técnicas para remoção e transporte de acidentados;

f) práticas.

15. Responsabilidades.

2. CURSO COMPLEMENTAR – SEGURANÇA NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA (SEP) E EM SUAS PROXIMIDADES.

É pré-requisito para freqüentar este curso complementar, ter participado, com aproveitamento satisfatório, do curso básico definido anteriormente.

Carga horária mínima – 40h

(*) Estes tópicos deverão ser desenvolvidos e dirigidos especificamente para as condições de trabalho características de cada ramo, padrão de operação, de nível de tensão e de outras peculiaridades específicas ao tipo ou condição especial de atividade, sendo obedecida a hierarquia no aperfeiçoamento técnico do trabalhador.

I - Programação Mínima:

1. Organização do Sistema Elétrico de Potencia – SEP.

2. Organização do trabalho:

a) programação e planejamento dos serviços;

b) trabalho em equipe;

c) prontuário e cadastro das instalações;

d) métodos de trabalho; e

e) comunicação.

3. Aspectos comportamentais.

4. Condições impeditivas para serviços.

5. Riscos típicos no SEP e sua prevenção (*):

a) proximidade e contatos com partes energizadas;

b) indução;

c) descargas atmosféricas;

d) estática;

e) campos elétricos e magnéticos;

f) comunicação e identificação; e

g) trabalhos em altura, máquinas e equipamentos especiais.

6. Técnicas de análise de Risco no S E P (*)

7. Procedimentos de trabalho – análise e discussão. (*)

8. Técnicas de trabalho sob tensão: (*)

a) em linha viva;

b) ao potencial;

c) em áreas internas;

d) trabalho a distância;

e) trabalhos noturnos; e

f) ambientes subterrâneos.

9. Equipamentos e ferramentas de trabalho (escolha, uso, conservação, verificação, ensaios) (*).

10. Sistemas de proteção coletiva (*).

11. Equipamentos de proteção individual (*).

12. Posturas e vestuários de trabalho (*).

13. Segurança com veículos e transporte de pessoas, materiais e equipamentos(*).

14. Sinalização e isolamento de áreas de trabalho(*).

15. Liberação de instalação para serviço e para operação e uso (*).

16. Treinamento em técnicas de remoção, atendimento, transporte de acidentados (*).

17. Acidentes típicos (*) – Análise, discussão, medidas de proteção.

18. Responsabilidades (*).

ANEXO B

INSTRUÇÕES PARA MANOBRAS

ESTAÇÃO: GESSY LEVER INDAIATUBA 88KV

CPFL: DESPACHO DA CARGA REGIONAL SOROCABA TELEF.

OBS: QUALQUER MANOBRA OU ALTERAÇÃO DEVERÁ SER COMUNICADA A ESTE DCR.

Alimentação da Subestação:

A estação Indaiatuba esta alimentada pelos ramais Indaiatuba Nº 1 e Nº 2 derivados das linhas Oeste Porto Gois Nº 1 e Nº 2.

Estes ramais que alimentam a GL passam a se chamar Ramal Gessy Lever Nº 1 e Ramal Gessy Lever Nº 2 e são identificados pelas placas nas seccionadoras como segue:

- Placa Nº 6221 correspondente à seccionadora do ramal Nº 1;
- Placa Nº 6222 correspondente à seccionadora do ramal Nº 2;

Operação Normal:

A alimentação desta subestação será preferencialmente pelo ramal Gessy Lever Nº 2: ficando a seccionadora Nº 6222 fechada e a seccionadora Nº 6221 normalmente aberta.

Eventualmente a estação poderá ser alimentada pelo ramal Gessy Lever Nº 1 e neste caso a seccionadora 6221 permanecerá fechada e a seccionadora N º 6222 aberta.

OBS: Mesmo estando aberto o seccionador de entrada seja qual for deve ser considerado o lado ramal vivo (energizado), salvo aviso contrário do DCR SOROCABA.

Transferência de Alimentação

A transferência de alimentação far-se-á nos seguintes casos:

- Por ordem do DCR-SOROCABA
- Por necessidade do usuário
- Por falta de tensão por mais de um minuto no ramal que estava alimentando a estação.

NOTAS

A transferência por necessidade do consumidor será somente executada após autorização do DCR-SOROCOABA.

Após transferência executada por falta de tensão avisar imediatamente o DCRSOROCABA.

Caso for efetuada transferência por falta de tensão e o outro alimentador também estar sem tensão voltar imediatamente à posição inicial e avisar imediatamente o DCR SOROCABA.

Manobra para Transferência de Alimentação

A estação é provida de um sistema de intertravamento entre os seccionadores de entrada que não permite o fechamento simultâneo dos mesmos, evitando o paralelismo de linhas na estação.

A estação é provida de um sistema de intertravamento entre os seccionadores e o disjuntor de entrada, não permitindo assim a manobra das seccionadoras em carga, ou seja, com o disjuntor ligado.

Para manobra de linhas obedecer a seguinte seqüência:

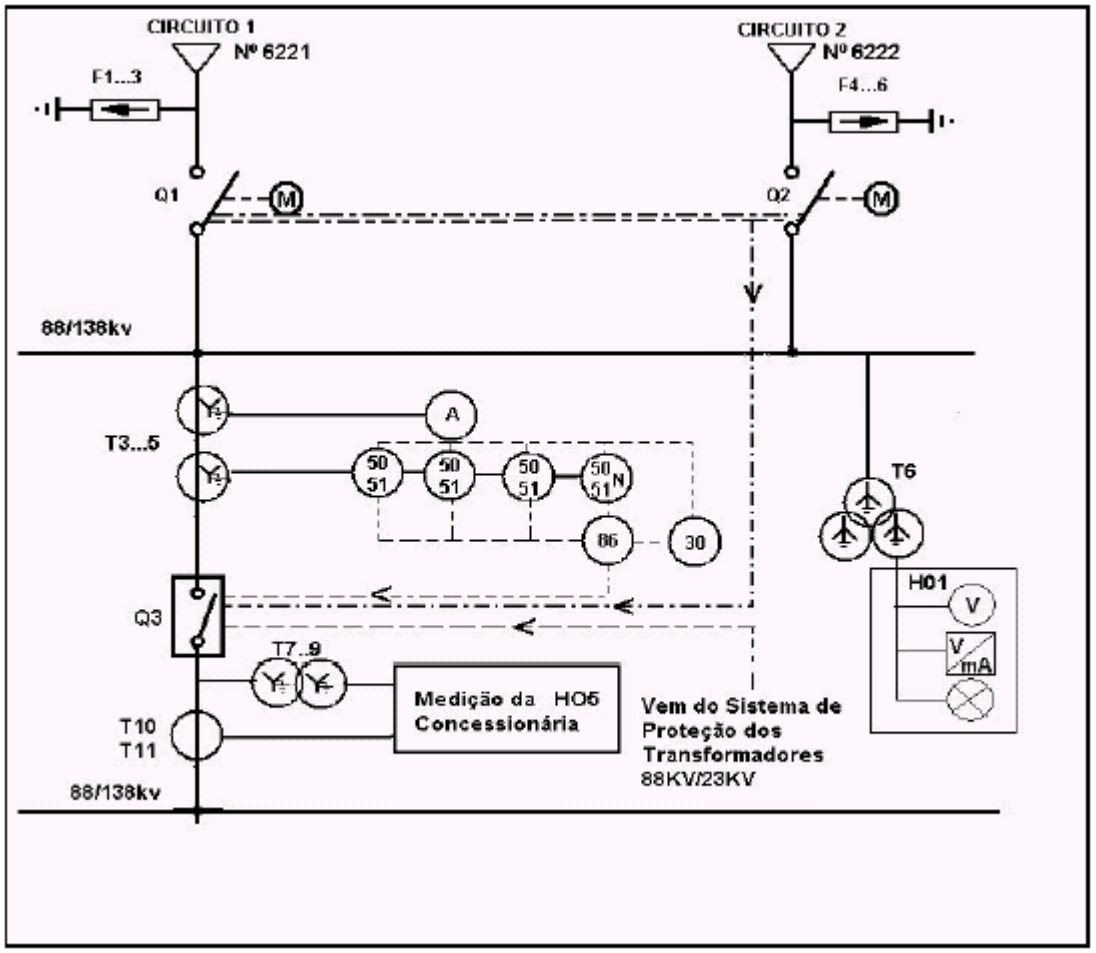
1) Desligar o disjuntor de entrada (Q3);

2) Abrir a seccionadora de entrada do ramal que estava alimentando a estação;

3) Fechar a seccionadora de entrada do outro ramal;

4) Ligar o disjuntor de entrada.

NOTA: Após a execução de qualquer manobra avisar o DCR- SOROCABA, informando qual o ramal que está alimentando a estação.



Impedimento de Linha

O DCR – SOROCABA poderá impedir o funcionamento de uma das linhas que alimentam a GL, se uma linha for impedida, a seccionadora desta deverá ser mantida aberta até receber autorização em contrário pelo DCR-SOROCABA. O operador ou responsável pela subestação deverá entrar em contato com a sala de controle do DCR-SOROCABA nos horários programados para impedimento e liberação do ramal.

Mesmo quando as seccionadoras estiverem abertas, considerar vivos os cabos do lado do ramal, salvo aviso em contrário do DCR-SOROCABA.

Anormalidades

- Deverá ser comunicada com toda brevidade possível ao DCR-SOROCABA:
- Qualquer anormalidade da estação que provoque desligamento do disjuntor de entrada de 88KV.
- Qualquer manobra do disjuntor de 88KV, ou das seccionadoras de entrada.
- Qualquer anomalia no fornecimento de energia por parte da Concessionária.
- Importante: no caso de falta de tensão por mais de 2 minutos nos dois ramais entrar imediatamente em contato com o DER-SOROCABA .

Observações

- Serviços de rotina ou manutenção somente poderão ser programados com antecedência mínima de 15 dias e com interferência direta do engenheiro responsável pela subestação.
- Esta parte da operação se refere somente aos setores que interferem com a CONCESSIONÁRIA (LINHAS DE ALIMENTAÇÃO DE ENTRADA).

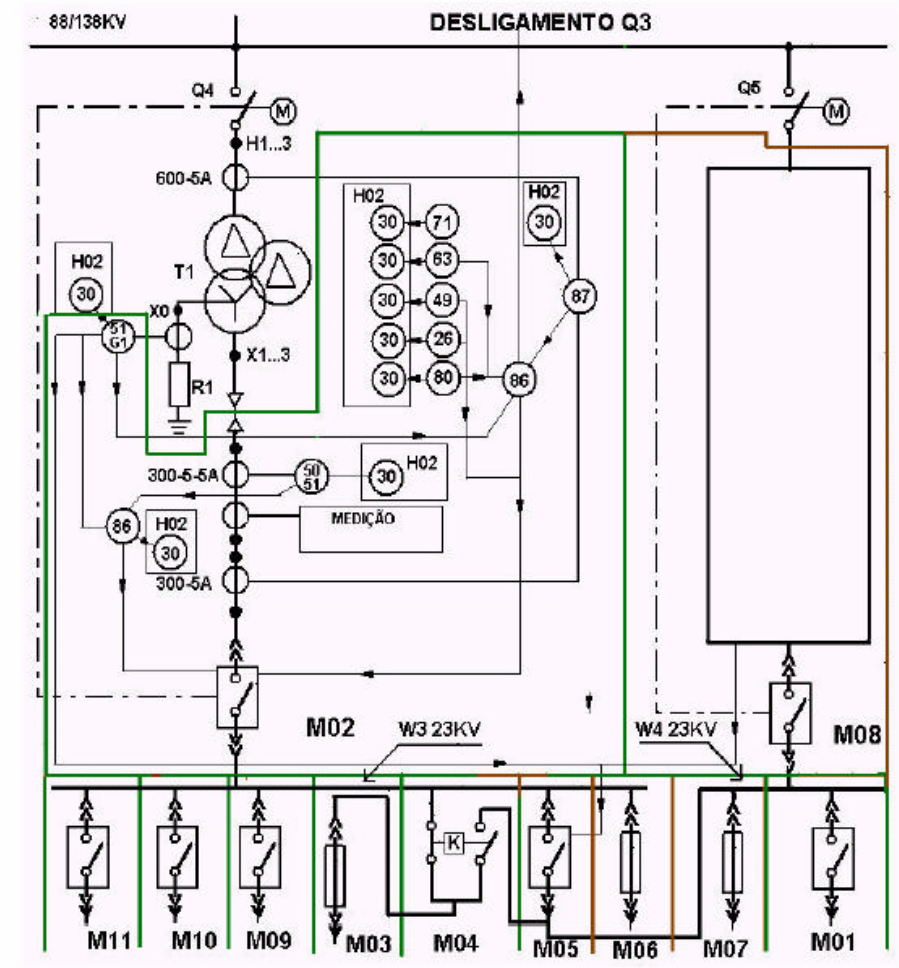
Manobras do Pátio de 88KV e Transformadores

Estas manobras não afetam a Concessionária e podem ser executadas sem a anuência do DCR-SOROCABA, ficando porém o operador obrigado a registrar todas as ocorrências no diário da Estação ou no livro próprio para este fim.

Ligação dos Transformadores:

Presume-se que uma das seccionadoras de entrada esteja fechada e também o disjuntor principal ou seja estão fechados Q2 e Q3. Para energizar os transformadores T1 e T2 será necessário fechar as seccionadoras Q4 e Q5.

Observem que os seccionadores estão bloqueados pelos disjuntores secundários dos transformadores contidos nos painéis M02 ou M08 respectivamente o que impede a ligação do transformador pelo seccionador sob carga, bem como o seu desligamento nas mesmas condições.



Operação do Sistema de 23KV no painel de Distribuição da S/E Principal

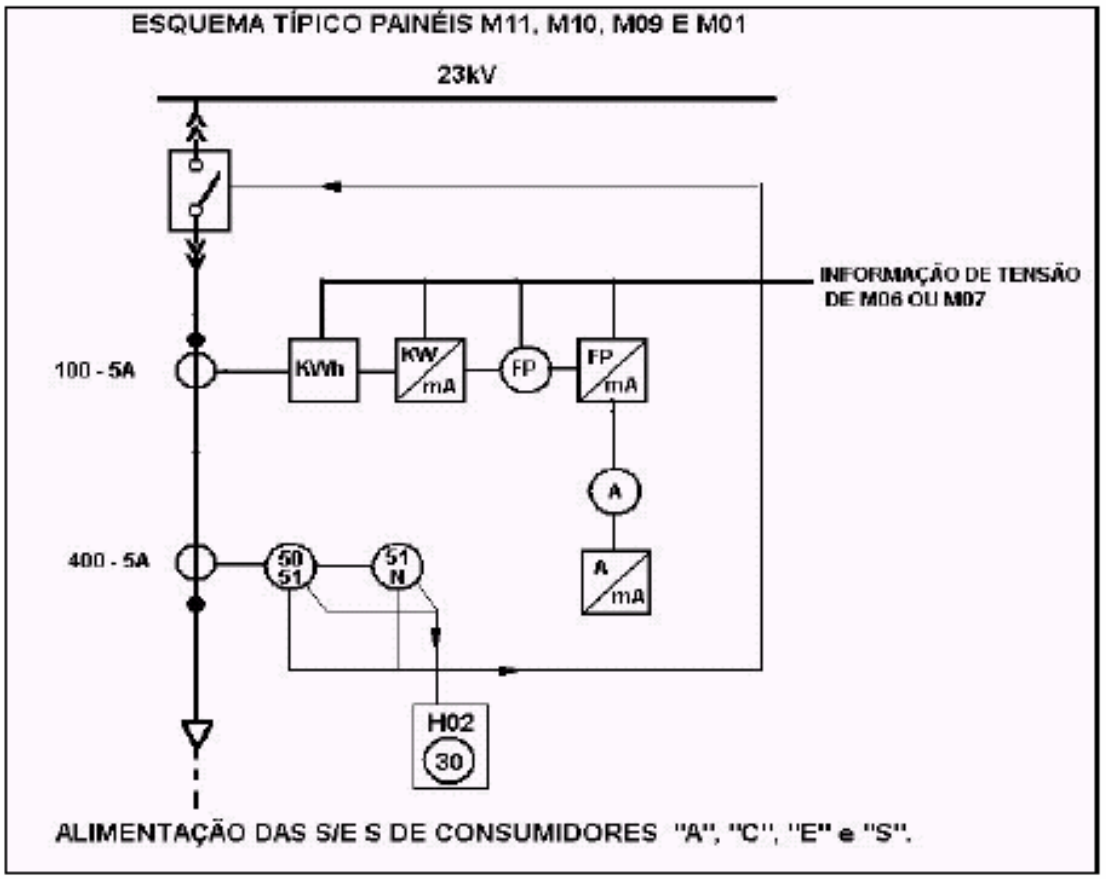
Componentes do Sistema de 23KV

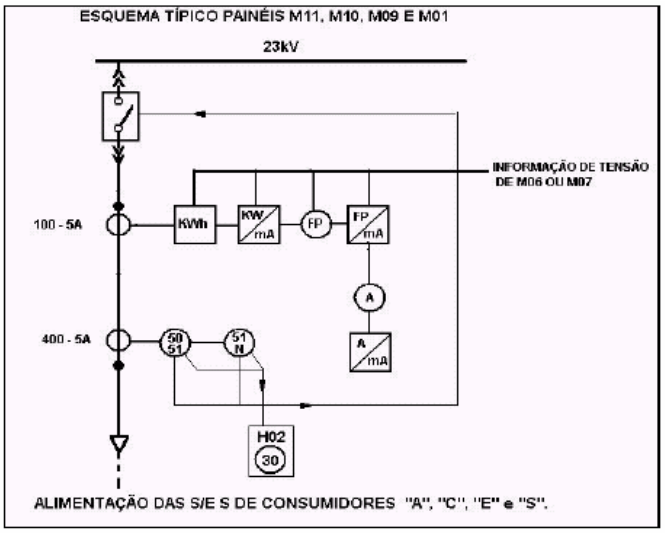
- 2 alimentadores nos cubículos M02 e M08 que são os secundários dos transformadores alimentando os barramentos W3 e W4 respectivamente.
- 1 cubículo de interligação em M05, o qual permite paralelismo das barras W3 e W4 ou alimentação do sistema por um único Transformador de entrada (ver capacidade de carga do sistema).
- 4 cubículos alimentadores com disjuntores de saída para alimentação das S/E´s de Média Tensão:
- M11- S/E Compressores;
- M10 – S/E ETAE;
- M09 – S/E SULFONAÇÃO;
- M01 – S/E “A ”MANUFATURA;
- 1 Cubículo de Alimentação de Serviços Auxiliares M03;
- 2 Cubículos de Medição M06 e M07;

Painéis de Distribuição de 23KV

M11, M10, M09 e M01

A proteção nos painéis é por meios de reles de proteção de sobrecorrente instantânea e temporizada de fases e de neutro (50/51 e 50/51N), provocando a atuação dos respectivos disjuntores dos painéis e sinalizando a atuação dos mesmos (reles) e no painel H2 (30).

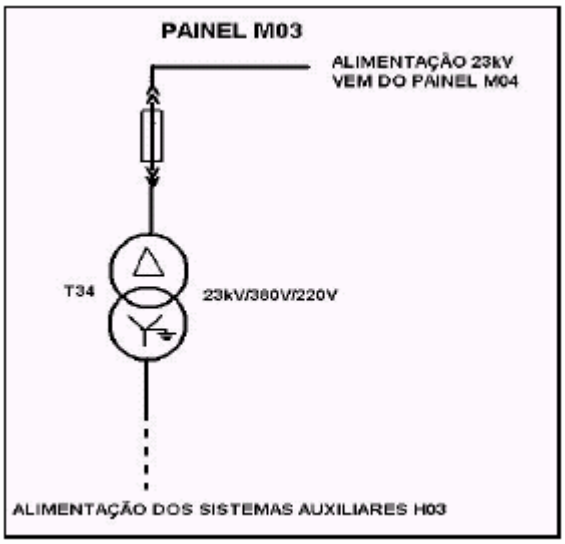




Painel de Alimentação dos Serviços Auxiliares M03

A proteção é executada por fusíveis instalados no primário de alimentação do transformador T34

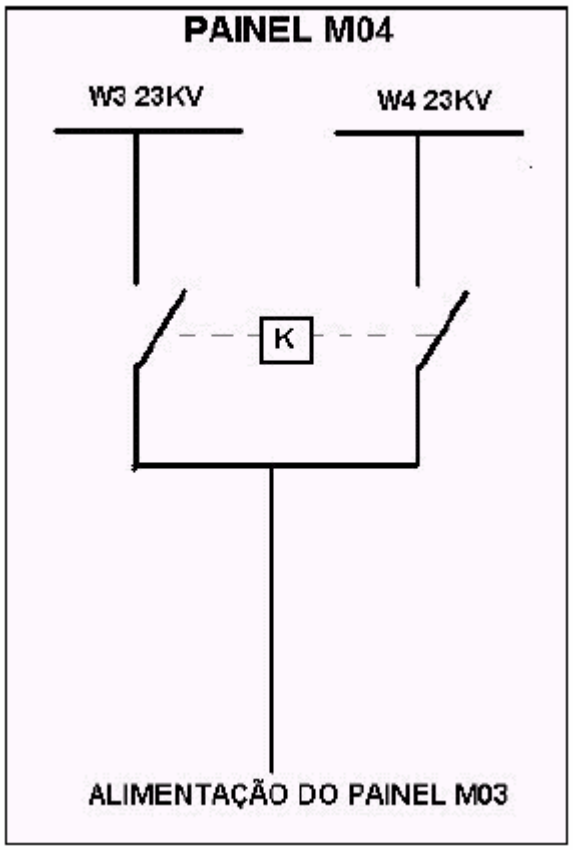
(23KV/380V/220V), sendo o mesmo (M03) alimentado pelo painel M04, o qual pode ser alimentado pelos dois trechos dos barramentos de 23KV (por chaves intertravadas mecanicamente no mesmo M04).



Painel de Transferência de Barramento de Alimentação do Sistema Auxiliar M06

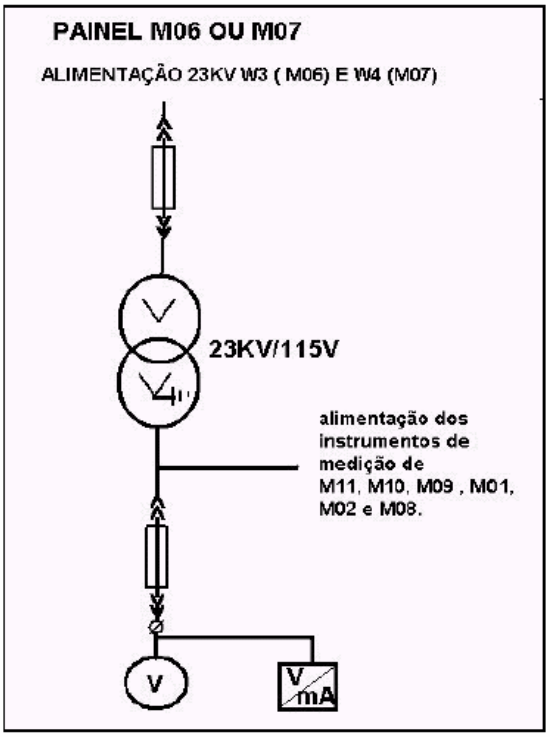
Este painel tem como função a transferência de barramento (W3 ou W4), alimentando o sistema auxiliar (M03).

Sendo necessária a checagem da posição da chave anteriormente a desenergização de um dos barramentos (W3 ou W4). O bloqueio das posições das chaves é efetuado por intertravamento por chaves tipo Kirk, impedindo o paralelismo dos barramentos.



Painéis do Sistema de Medição de Tensão M06 e M07

A proteção dos transformadores de medição é executada por fusíveis primários, sendo também instalados fusíveis no secundário dos mesmos. A atuação de qualquer um dos fusíveis provoca a perda de informação de tensão dos instrumentos de medição dos respectivos barramentos de 23KV.


PAINEL M06 OU M07
ALIMENTAÇÃO 23KV W3 (M06) E W4 (M07)
23KV/115V
alimentação dos instrumentos de medição de M11, M10, M09 , M01, M02 e M08.
V
V
mA

Proteções de Entrada, Transformadores e Barramentos de 23KV:

O sistema de proteção atuam de diversas maneiras e deverão ser conhecidas para se poder avaliar seus efeitos.

Tabela de Atuação da Proteção dos Ramais de Entrada 88KV, Transformadores e Barramentos de 23KV.

(Ref. Diagrama Unifilar 88KV TR1 e TR2 e Diagrama Unifilar 23KV).

Proteção	Rele Bloqueio	Sinalização	Disjuntores Atuantes
Rele de Proteção de sobrecorrente Primária 50/51, 50/51N	86 (H01)	30 (H02)	Q 3
Rele de Proteção Diferencial 87	86 (H02)	30 (H02)	Q 3 M02 ou M08
Rele de Proteção Buchholz 63	86 (H02)	30 (H02)	Q 3 M02 ou M08
Futuro 80	86 (H02)	30 (H02)	Q 3 M02 ou M08
Temperatura Enrolamento 49	Não	30 (H02)	M02 ou M08
Temperatura do Óleo 26	Não	30 (H02)	M02 ou M08
Nível de Óleo 71	Não	30 (H02)	Não
Rele de Proteção de Sobrecorrente Temporizada de Terra 51G	86 (H02) 86 (M02)	30 (H02) 30 (M02)	Q3 M02 ou M08 M05
Rele de Proteção de Sobrecorrente Secundária 50/51	86 (H02)	30 (H02)	M02 ou M08

Por exemplo: Todas proteções de sobrecorrente no primário atuam sobre o rele Nº 86 H01, (bloqueio), atuando diretamente sobre o disjuntor Q3 de 88KV.

Os reles de temperatura de enrolamento (49) e óleo (26) do transformador atuam somente sobre o disjuntor de 24KV, do transformador ou seja M02 ou M08.

Procedimentos de Manobra

Retirada de Transformador (T1) 88/23KV de Funcionamento

Situação Inicial

T1 e T2 Energizados, Disjuntores de M08 e M02 Fechados e Disjuntor de

Interligação M05 desligado.

Procedimentos:

- Efetuar o fechamento do Disjuntor de interligação M05
- Desligamento do Disjuntor de M02
- Desligamento da Seccionadora Q4

Deverá ser verificado o carregamento dos transformadores para a execução da manobra.

Procedimento de Manobra para Trabalhos em Partes Possíveis de Energização de T1.

Para o atendimento as Normas de Segurança de Desenergização devemos seguir o seguintes procedimentos:

- Efetuar o fechamento do Disjuntor de interligação M05;
- Desligamento do Disjuntor de M02;
- Retirada do mesmo do cubículo (Seccionamento);
- Fechamento da porta. (Impedimento);
- Desligamento da Seccionadora Q4;
- Travamento da haste de manobra (Impedimento);
- Bloqueio do acionamento remoto de Q4 (quando aplicável);
- Constatação de ausência de tensão no trecho seccionado;
- Instalação de aterramento temporário (preferencialmente nos dois extremos do trecho seccionado);
- Verificação do distanciamento seguro dos elementos energizados;
- Instalação de sinalização de impedimento de energização (local e painel de acionamento) da Seccionadora Q4;
- Instalação de sinalização de impedimento de energização do Disjuntor de M02.

S/E "A" MANUFATURA

Cubículo alimentado pelo painel de 23KV M01 da S/E Principal

Componentes

PGMT -"A"

Cubículo de Entrada CUB.3 com disjuntor sem reles de proteção.

Cubículos de alimentação dos transformadores CUB.1 e CUB.2 compostos de disjuntores, reles de bloqueio, reles de proteção de sobrecorrente instantânea e temporizada de fase e de neutro.

Cubículo CUB.4 alimentador da S/E "D" (ADM)

Cubículo CUB.5 alimentador da S/E "B" (T3-1500KVA)

Transformadores alimentados respectivamente pelos CUB.1 e CUB.2

relação de transformação 23KV/380V/220V proteção por rele de Buchollz (63), temperatura de óleo (26) e nível de óleo (71) os quais desligam os respectivos disjuntores alimentadores do CUB.1 e CUB.2 PGBT - “A”

2 disjuntores de entrada do tipo termomagnéticos alimentados pelos Trafos;

1 chave de interligação TE, utilizada no paralelismo dos transformadores de entrada e na manobra das cargas para alimentação somente por um transformador.

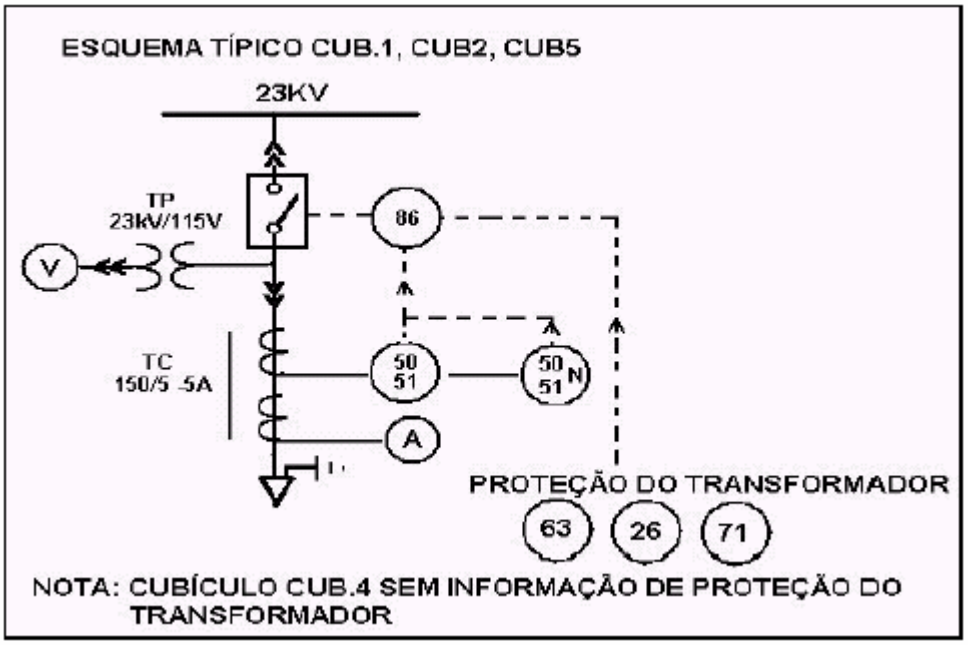
Disjuntores de carga

Condição normal de funcionamento:

2 transformadores energizados;

2 disjuntores alimentadores de B.T. Ligados;

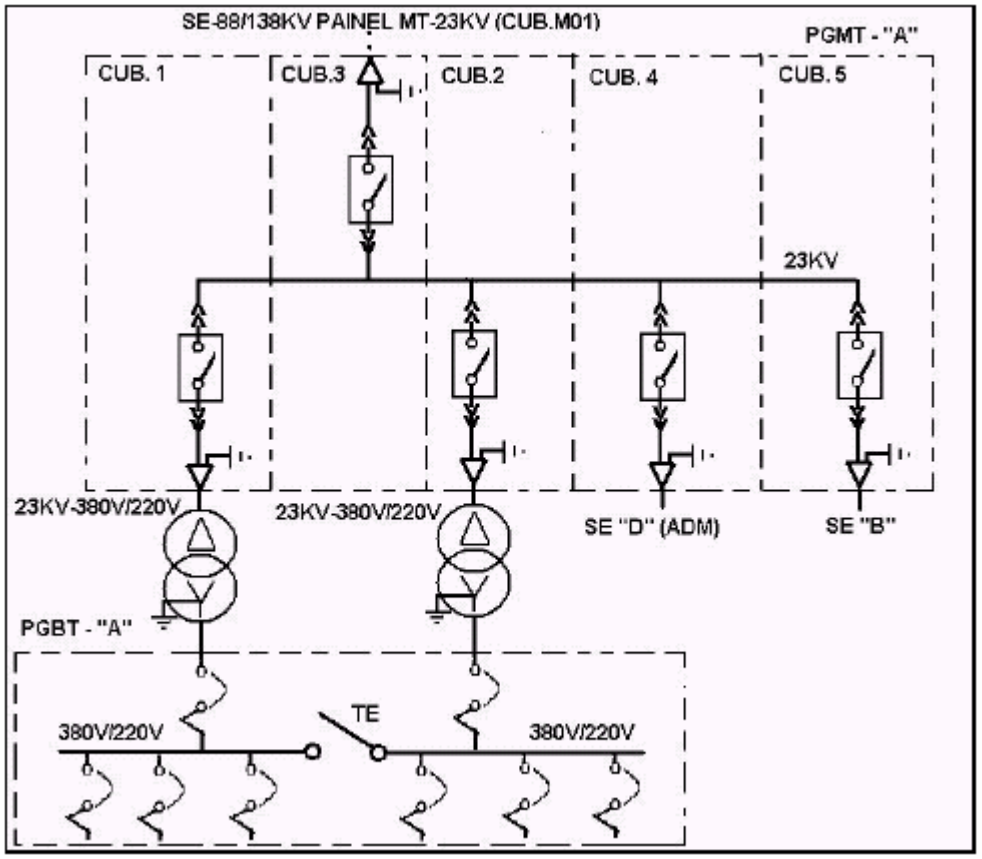
Chave de interligação TE desligada.



Manobra de retirada de um transformador de serviço:

Com interrupção de funcionamento:

- Verificar o carregamento dos transformadores;
- Desligar o respectivo disjuntor alimentador do transformador no PGMT “A”;
- Desligar o respectivo disjuntor alimentado pelo transformador no PGBT “A”;
- Fechar a Seccionadora TE no PGBT “A”;
- Proceder a ligação das cargas alimentadas pelo barramento manobrado.


SE-88/138KV PAINEL MT-23KV (CUB.M01)
PGMT - "A"
CUB. 1
CUB.3
CUB.2
CUB. 4
CUB. 5
23KV
23KV-380V/220V
23KV-380V/220V
SE "D" (ADM)
SE "B"
PGBT - "A"
380V/220V
TE
380V/220V

Bibliografia

Segurança em instalações e serviços com eletricidade – Curso – Apostila SENAI – SP.

Norma Regulamentadora nº 10 (NR 10) – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.